COMPTES RENDUS
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SEANCE DU MERCREDI 2 JANVIER 1929.

PRÉSIDENCE DE M. MAURICE HAMY, PUIS DE M. LOUIS MANGIN.

M. **Maurice Hamy**, Président sortant, fait connaître à l'Académie l'état où se trouve l'impression des recueils qu'elle publie et les changements survenus parmi les Membres et les Correspondants pendant le cours de l'année 1928.

État de l'impression des recueils de l'Académie au 1er janvier 1929.

Comptes rendus des séances de l'Académie. — Les tomes 184 (1er semestre de l'année 1927) et 185 (2e semestre de l'année 1927) sont parus avec leurs tables et ont été mis en distribution.

Les numéros des 1er et 2e semestres de l'année 1928 sont parus, chaque semaine, avec la régularité habituelle.

Mémoires de l'Académie. — Le tome 59 est paru et a été mis en distribution.

Procès-verbaux des séances de l'Académie des Sciences, tenues depuis la fondation de l'Institut jusqu'au mois d'août 1835.

Un volume de tables générales est en préparation.

Annuaire de l'Académie. — L'Annuaire pour 1929 est paru ; il est mis en distribution au cours de la présente séance.

Membres décédés depuis le 1er janvier 1928.

Section d'astronomie. — M. **Pierre Puiseux**, le 28 septembre, à Frontenay, Jura.

Section de botanique. — M. **Léon Guignard**, le 7 mars, à Paris.

Section d'anatomie et zoologie. — M. **Félix Henneguy**, le 26 janvier, à Paris.

Associés étrangers. — M. **H. A. Lorentz**, le 4 février, à Harlem, Pays-Bas.

Membres élus depuis le 1er janvier 1928.

Section de minéralogie. — M. **Lucien Cayeux**, le 23 janvier, en remplacement de M. Émile Haug, décédé.

Section de botanique. — M. **Louis Blaringhem**, le 18 juin, en remplacement de M. Léon Guignard, décédé.

Section d'anatomie et zoologie. — M. **Maurice Caullery**, le 7 mai, en remplacement de M. Félix Henneguy, décédé.

Associés étrangers. — M. **Edmund Wilson**, le 25 juin, en remplacement de M. A. Lorentz, décédé.

Membres à remplacer.

Section d'astronomie. — M. **Pierre Puiseux**, mort à Frontenay, Jura, le 28 septembre 1928.

Correspondants décédés depuis le 1er janvier 1928.

Pour la Section de géométrie. — M. **Luigi Bianchi**, le 6 juin, à Pise, Italie.

Pour la Section de chimie. — M. **Theodore William Richards**, le 3 avril, à Cambridge, Massachussetts.

Pour la Section de médecine et chirurgie. — M. **Félix Lagrange**, le 22 avril, à Paris.

Correspondants élus depuis le 1er janvier 1928.

Pour la Section de géométrie. — M. **Serge Bernstein**, à Kharkow, le 10 décembre, en remplacement de M. Gösta Mittag-Leffler, décédé.

Pour la Section de physique générale. — M. **Blas Cabrera**, à Madrid, le 12 novembre, en remplacement de M. Svante Arrhénius, décédé; M. **Camille Gutton**, à Nancy, le 3 décembre, en remplacement de Sir Ernest Rutherford, élu associé étranger.

Pour la Section de chimie. — M. **Frédéric Swarts**, à Liége, le 25 juin.

Pour la Section de minéralogie. — M. **Wladimir Vernadsky**, à Léningrad, le 11 juin.

Pour la Section d'anatomie et zoologie. — M. **Louis Léger**, à Grenoble, le 3 décembre.

Pour la Section de médecine et chirurgie. — M. **Auguste Lumière**, à Lyon, le 26 novembre, en remplacement de M. Félix Lagrange, décédé.

Correspondants à remplacer.

Pour la Section de géométrie. — M. **Ivar Fredholm**, mort à Mörby, Suède, le 17 août 1927; M. **Luigi Bianchi**, mort à Pise, le 6 juin 1928.

Pour la Section de mécanique. — M. **Émile Schwoerer**, mort à Colmar, le 2 août 1927; Sir **George Greenhill**, mort à Londres, le 10 février 1927.

Pour la Section de géographie et navigation. — M. **Hildebrand Hildebrandsson**, mort à Upsala, le 29 juillet 1925; Sir **Philip Watts**, mort à Londres, le 15 mars 1926.

Pour les Sections qui seront désignées par l'Académie :

A. — Le correspondant suivant pour la Section de médecine et chirurgie : M. **Albert Calmette**, élu membre de la Section d'économie rurale, le 14 novembre 1927.

B. — Le correspondant suivant pour la Section de chimie : M. **Theodore William Richards**, mort à Cambridge, Massachussetts, le 3 avril 1928.

C. — Le correspondant suivant pour la Section d'anatomie et zoologie : M. **Edmund Wilson**, élu associé étranger, le 25 juin 1928.

M. **Maurice Hamy**, Président sortant, s'exprime en ces termes :

Mes chers Confrères,

Parvenu au terme du mandat que vous m'avez fait l'honneur de me confier, je vous exprime ma reconnaissance pour la bienveillance que vous m'avez témoignée dans l'exercice de mes fonctions. J'ai plaisir aussi à remercier nos secrétaires perpétuels de leur dévouement à l'Académie. Grâce à eux, ma tâche a été grandement facilitée.

Je cède le fauteuil de la présidence à M. Mangin, dont j'ai été à même d'apprécier souvent les hautes qualités depuis un an, et invite notre distingué vice-président M. Lecornu à prendre place au bureau.

En prenant possession du fauteuil de la présidence, M. **Louis Mangin** s'exprime en ces termes :

Mes chers Confrères,

J'ai été vivement touché et bien fier de la sympathie que vous avez bien voulu me manifester en m'appelant à présider vos séances. Soyez-en remerciés. Je mettrai tous mes efforts à mériter votre confiance et si j'avais quelque hésitation à remplir le mandat que vous m'avez confié le concours si autorisé et si actif de nos secrétaires perpétuels me mettrait à l'aise.

Permettez-moi de féliciter en votre nom et de remercier mon prédécesseur, M. Hamy, qui a dirigé nos séances avec une assurance tranquille et une autorité que je serais heureux d'imiter.

Nos séances, privées des discussions qui donnent la vie et le mouvement à d'autres assemblées, seraient monotones si les causeries intimes qui en font le charme ne venaient rompre cette monotonie. Ce que nous redoutons,

c'est que ces causeries ne dépassent le diapason normal et ne couvrent la voix de l'orateur qui expose des recherches nouvelles.

C'est à vous qu'il appartient, mes chers Confrères, de réfréner ces écarts en modérant le ton de nos entretiens et en entraînant les étrangers, trop souvent bruyants, dans la salle des Pas Perdus où ils peuvent exposer leurs doléances sans troubler les séances.

Je suis persuadé que vous ne manquerez pas, en cette occasion, de prêter votre concours au président, et que vous le dispenserez d'agiter frénétiquement sa sonnette pour obtenir un silence relatif.

Je voudrais vous présenter une suggestion relative à l'installation des nouveaux membres. Elle s'accomplit suivant un rite administratif un peu sec. Lecture du décret approuvant l'élection de M. X. et invitation du président à M. X. de prendre place parmi ses Confrères.

Ne pensez-vous pas que quelques paroles de bienvenue, rappelant les titres du nouveau membre, donneraient à la réception un caractère de cordialité qui manque actuellement à la sèche invitation du président?

Vous parlerai-je de la réforme du statut archaïque qui règle l'ordonnance de nos sections? Si nous sommes d'accord pour reconnaître qu'il n'est plus, depuis longtemps, la représentation des disciplines scientifiques actuelles, nous différons d'avis sur la nature et l'opportunité des modifications à y introduire.

Les uns voudraient faire table rase de ce qui existe et reconstituer, sur un plan nouveau, l'organisation de nos sections. Cette réforme exigerait de longues discussions ainsi que la mise en mouvement de la lourde et lente machine administrative. Elle risquerait, au moment de son application, d'être déjà ou en peu de temps en désaccord avec de nouvelles disciplines scientifiques.

D'autres réformateurs, plus timides, proposeraient que l'Académie amputât les sections où les candidats sont rares, d'un ou deux membres en faveur de sections où il y a pléthore de candidats.

Vous vous imaginez sans peine que les membres des sections menacées d'amputation ne seraient pas des guillotinés par persuasion. Que de discussions en perspective avant d'aboutir à un projet terme, si toutefois l'on aboutit?

Combien à mon avis est préférable la méthode que j'appellerai conservatrice. Elle consiste, sans toucher à notre statut, à profiter de certaines vacances pour introduire, parmi nous, des savants dont les travaux ne rentrent pas exactement dans les cadres actuels, mais qui s'imposent à notre attention par leur haute valeur scientifique.

Déjà appliquée, cette méthode, vous le savez, n'a eu que d'heureux résultats. Notre Confrère M. Lacroix nous en donnait récemment, dans la belle Notice consacrée à l'histoire du 3e fauteuil de la Section de minéralogie, une éclatante démonstration. Je ne doute pas que cette méthode ne rallie vos suffrages, car la réforme est plutôt dans les mœurs que dans la révision des statuts.

Les partisans de ces diverses solutions auront bientôt l'occasion de mesurer leurs forces.

Reprenons, en attendant, le cours de nos travaux.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à M. **Demoulin**, membre de l'Académie royale de Belgique, qui assiste à la séance.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Relations simples entre les radiations les plus intenses et les plus hautes des éléments chimiques dans l'atmosphère brillante du Soleil.* Note [1] de M. **H. Deslandres**.

J'ai annoncé en 1924 [2] que les raies les plus fortes des spectres de lignes, que les radiations ultimes des atomes, les dernières à disparaître dans les mélanges, étaient en général, à de faibles différences près, les multiples d'une même fréquence élémentaire, appelée d_1 et égale à 1062,5. Cette relation simple a été vérifiée sur les 20 premiers corps simples, et elle est nette surtout avec l'hélium et avec les corps simples dont le poids atomique est un multiple de 4, ou un multiple de celui de l'hélium.

Cette première étude a été faite sur les spectres des corps illuminés dans le laboratoire; or j'ai étudié au même point de vue les grandes masses de gaz observées dans les espaces célestes, et en particulier l'atmosphère brillante du Soleil ou chromosphère. Les conditions sont alors différentes; la masse gazeuse est un mélange qui comprend toujours de l'hydrogène et

(1) Séance du 26 décembre 1928.

(2) *Comptes rendus*, 179, 1924, p. 5 et 1066.

le plus souvent aussi de l'hélium; et l'on sait que ce dernier gaz modifie le spectre des autres gaz, qui sont illuminés avec lui. De plus, probablement, dans les astres et dans le Soleil, les atomes successifs sont formés peu à peu par la réunion d'atomes plus légers, ou, au contraire, sont dissociés; et ces transformations sont plus ou moins faciles suivant les cas. On explique ainsi, au moins en partie, la proportion très différente des divers éléments dans la croûte superficielle de notre Terre; les éléments, dont le poids atomique est un multiple de 4, y sont en masse plus grande.

La chromosphère du Soleil nous apparaît isolée et brillante dans les instants très courts d'une éclipse totale de l'astre. Son spectre, appelé alors spectre éclair, nous donne non seulement les radiations émises, mais la hauteur à laquelle elles sont visibles dans l'atmosphère. Je noterai surtout les raies ultimes, les raies les plus brillantes de chaque élément, et en principe seulement celles qui sont la tête d'une série du type Balmer, et les plus fortes du côté rouge de la série.

Les données expérimentales ont été ([1]) : mon Mémoire de 1905 sur le spectre éclair ultraviolet de 1900 (de λ 3400 à λ 3060); le beau travail de Mitchell sur l'éclipse de 1905, jusqu'ici le plus complet sur le spectre éclair (de λ 6192 à λ 3320); le Mémoire de Ricco et Abetti sur les éclipses de 1905 et 1914 (de λ 7060 à λ 3625); et enfin le Mémoire de Curtis et Burns, qui, dans l'éclipse de 1925, ont photographié les premiers le spectre éclair infrarouge (de λ 8800 à λ 5876).

Les résultats sont condensés dans le tableau suivant qui présente, dans l'ordre des longueurs d'onde décroissantes, les raies les plus brillantes et les plus hautes des séries pour chaque élément. Les colonnes 4 et 5 donnent l'intensité de la raie et la hauteur dans l'atmosphère, les nombres étant ceux de Mitchell de λ 6192 à λ 3320; pour les autres longueurs d'onde, l'intensité et la hauteur ont été estimées par une comparaison directe des spectres avec le spectre de Mitchell. Dans la colonne 6 est la notation de série; j'ai adopté la notation simple employée par Russell dans son Mémoire de 1925 sur les raies ultimes. Enfin la dernière colonne donne la fréquence de la raie et la différence avec le multiple de d_1; l'accord est considéré comme notable seulement lorsque la différence est inférieure à $d_1/10$.

La première raie du tableau est une raie infrarouge de l'hydrogène, qui

---

([1]) *Comptes rendus*, 141, 1905, p. 409; *Astrophysical Journal*, 38, 1913, p. 407; *Memoria Società Astronomica Italiana*, 2, 1921, p. 1; *Publications of the Allegheny Observatory*, 6, p. 95. Voir encore Russell, *Astrophysical Journal*, 51, 1925, p. 223.

est la plus intense dans le laboratoire, au moins lorsque le tube à vide est large. Elle doit être aussi la plus forte de l'hydrogène dans l'atmosphère du Soleil, mais elle n'a pas encore été observée; car elle est au milieu d'une bande d'absorption de la vapeur d'eau; il faudra, pour la reconnaître, s'établir en haute montagne. On a indiqué en même temps plusieurs raies très voisines, dues à d'autres corps et rattachées aussi au multiple $5\,d_1$.

Dans l'ensemble, le tableau met bien en relief l'importance et la grande élévation des atomes lourds ionisés Ca^+, Sr^+, Ti^+ le rayonnement intense des atomes légers H, He, O, dont les potentiels d'excitation sont cependant élevés, et d'autre part l'intérêt tout spécial des multiples de d_1 dont les numéros sont 8, 16, 20 et 24, ou encore les nombres entiers 5, 11, 19, 23. Les renseignements et conclusions à tirer de ce tableau seront développés dans des Notes prochaines, en même temps qu'une étude similaire sur les spectres des nébuleuses et de l'aurore polaire.

TABLEAU DES RAIES ULTIMES ET DES RAIES PREMIÈRES DE SÉRIES QUI, DANS LA CHROMOSPHÈRE SOLAIRE, MONTRENT UN ACCORD AVEC LES MULTIPLES DE d_1 (1062,5).

Multiples de d_1.	Longueurs d'onde λ.	Élément.	Inten-sité.	Hauteur en km.	Notation de série.	Fréquences ν et résidus.
5...	18751	H		-	3D — 4F	$5333 = 5\,d_1 + 19$

Cette raie est vraisemblablement la plus forte de l'hydrogène. De nombreuses raies, dues à d'autres corps simples, ont à peu près la même fréquence, à savoir : ν 5351 de He ($3d^2 - 4f^2$); ν 5348 de He (3D — 4F); ν 5237 de He (2P — 3D); ν 5378 de He (1S — 2S); ν 5347 de Li ($3d^2 - 4f^2$); ν 5416 de Na ($3d^2 - 4f^2$); ν 5308 de Ca^+.

Multiples de d_1.	Longueurs d'onde λ.	Élément.	Inten-sité.	Hauteur en km.	Notation de série.	Fréquences ν et résidus.
11...	8543	Ca^+	50	6000	$1\,d^2 - 1\,p^2$	$11693 = 11\,d_1 + 6$

La raie ultime de Cs ν 11732 est aussi rattachée à $11\,d_1$.

Multiples de d_1.	Longueurs d'onde λ.	Élément.	Inten-sité.	Hauteur en km.	Notation de série.	Fréquences ν et résidus.
12...	7775	O	40	8000	$1\,s^3 - 1\,p^3$	$12857 = 12\,d_1 + 107$

Raie d'un triplet ultime de O, beaucoup plus important dans la chromosphère que dans le spectre du disque. A noter la raie ultime ν 12816 de Rb, aussi rattachée à $12\,d_1$.

Multiples de d_1.	Longueurs d'onde λ.	Élément.	Inten-sité.	Hauteur en km.	Notation de série.	Fréquences ν et résidus.
13...	7065	He	25	6000	$1\,p^2 - 2\,s^2$	$14150 = (13 + {}^1/_3)\,d_1 - 16$

La raie, qui n'est pas un multiple de d_1, est à rapprocher de la raie Hα de l'hydrogène, qui offre la même différence par rapport à un multiple de d_1. A noter que la raie ν 13812 de He ($1\,p^2 - 2\,s^2$), qui est tête de série et voisine de $13\,d_1$, n'est pas signalée par Curtis peut-être à cause de la faible sensibilité des plaques. A $13\,d_1$ se rattache

aussi la raie ν 13816 de C^+, qui est ultime.

14...	6678	He	30	6000	1 P — 2 D	$14970 = 14 d_1 + 95$

A noter la raie ultime de Li ν 14904 ($1s^2 - 1p^2$), aussi rattachée à $14 d_1$, et visible dans les taches solaires.

14...	6563	H	80	11000	2 P — 3 D	$15253 = (14 + {}^1/_3) d_1 + 4$
16...	5876	He	40	7500	$1p^2 - 2d^2$	$17014 = 16 d_1 + 14$
	5889	Na	10	1000	$1s^2 - 1p^2$	$16973 = 16 d_1 - 27$
17...	5527	Sc^+	10	600	-	$18093 = 17 d_1 + 31$
	5535	Ba	1	400	1 S — 1 P	$18065 = 17 d_1 + 3$

C'est la raie ultime du baryum neutre, moins haute et brillante que la raie ultime de Ba^+.

18...	5218	Cu	1	300	$1p^2 - 2d^2$	$19164 = 18 d_1 + 39$

Raie ultime du cuivre, qui, comme la raie ultime du zinc, signalée plus loin, s'élève à une faible hauteur.

19...	4934	Ba^+	12	750	$1s^2 - 1p^2$	$20266 = 19 d_1 + 80$

C'est la raie la moins brillante du doublet ultime de Ba^+. A rapprocher de la raie ν 20166, du doublet ultime de O^{++} dans les nébuleuses, rattachée aussi à $19 d_1$. Dans les deux cas, contrairement à ce qui a lieu d'ordinaire, c'est la raie la moins brillante du doublet ultime qui est voisine d'un multiple de d_1.

20...	4722	Zn	3	300	$1p^3 - 1s^3$	$21174 = 21 d_1 - 74$
	4713	He	4	6000	$1p^2 - 3s^2$	$21210 = 20 d_1 - 40$

Dans cette série de l'hélium c'est la deuxième raie et non la première qui est rattachée à un multiple de d_1.

	4686	He^+	1	2000	3 D — 4 F	$21335 = 20 d_1 + 85$
21...	4468	Ti^+	20	1500	$1g^2 - 1f'^2$	$22393 = 21 d_1 + 81$
	4481	Mg^+	3	400	$2d^2 - 3f^2$	$22309 = 21 d_1 - 3$

Raie ultime de Mg^+, qui, faible dans le Soleil, est très forte dans les étoiles plus chaudes. La raie ultime de Mg neutre γ 2852, qui doit être forte, est dans la partie absorbée du spectre solaire; elle est très voisine de $33 d_1$.

21...	4471	He	40	7500	$1p^2 - 3d^2$	$22364 = 21 d_1 + 52$

C'est la deuxième raie de la série la plus brillante de l'hélium, série exceptionnelle aussi parce que ses deux premières raies sont des multiples de d_1.

22...	4275	Cr	20	800	$1s^7 - 1p^7$	$23392 = 22 d_1 + 17$

Raie médiane d'un triplet ultime du chrome, qui est, des trois raies, la plus voisine

de $22 d_1$, et aussi la plus forte dans la chromosphère; elle n'est pas la plus forte dans le laboratoire.

A rapprocher la raie ultime ν 23427 de C^+, voisine de $22 d_1$.

23...	4078	Sr^+	40	6000	$1s^2 - 1p^2$	$24523 = 23 d_1 + 86$

Raie ultime de Sr^+, la plus forte de la région. A rapprocher les raies ultimes ν 24406 de N^{++} ($1s^2 - 1p^2$) et ν 24439 de Si^{+++} ($1s^2 - 1p^2$) qui sont fortes dans les étoiles très chaudes.

24...	3934	Ca^+	100	14000	$1s^2 - 1p^2$	$25421 = 24 d_1 - 79$

Raie la plus forte et la plus haute de la chromosphère.

24...	3913	Ti^+	20	2000	$1g^2 - 1g'^2$	$25545 = 24 d_1 + 45$
	3905	Si	3	800	-	$25597 = 24 d_1 + 97$

Raie ultime de Si, la plus forte dans le spectre solaire. A noter aussi la raie ultime de C^+ ν 25497 ($2p^2 - 3s^2$).

25...	3774	Y^+	10	750	$1d^3 - 1f'^3$	$26494 = 25 d_1 - 68$
	3759	Ti^+	45	6000	$1f^2 - 1f'^2$	$26578 = 25 d_1 + 15$

Raie d'un doublet ultime, la plus forte du spectre ultraviolet de Ti^+ dans la chromosphère.

26...	3614	Sc^+	10	750	$1d^3 - 1f'^3$	$27671 = 26 d_1 + 46$

Raie ultime avec la raie ν 27542.

28...	3361	Ti^+	8	950	$1f^4 - 1g'^4$	$29751 = 28 d_1 + 1$
29...	3242	Ti^+	8	800	$1f^4 - 1f'^4$	$30845 = 29 d_1 + 32$

A rapprocher de la raie ultime de Cu ($1s^2 - 1p^2$) ν 30792.

30...	3132	Cr^+	12	800	-	$31928 = 30 d_1 + 53$
	3131	Be^+	3	800	$1s^2 - 1p^2$	$31937 = 30 d_1 + 62$

Raie ultime de Be^+, ainsi que la raie ν 31944.

PATHOLOGIE COMPARÉE. — *Pseudo-tumeur mycétogène d'origine alimentaire provoquant l'obstruction stomacale chez la Truite.* Note([1]) de M. **L. Léger**.

Nous avons observé à plusieurs reprises, dans les cours d'eau des environs de Grenoble, des Truites sauvages (*T. fario* L.) de grande taille, très amaigries et indolentes, dont la région ventrale, largement distendue, donnait au

([1]) Séance du 26 décembre 1928.

palper l'impression d'une énorme tumeur résistante au niveau de l'estomac. A l'autopsie, l'estomac apparaît saillant et distendu à l'excès par une masse fibreuse apparemment homogène, à la fois résistante et élastique, d'un blanc jaunâtre ou grisâtre et rappelant tout à fait l'aspect de certains fibromes.

Cette masse occupe exclusivement la première partie rectiligne de l'estomac (portion cardiale) qu'elle distend progressivement d'arrière en avant, prenant ainsi la forme d'une toupie ou d'un cône plus ou moins surbaissé, à sommet mousse et ombiliqué, tourné vers le pylore et à large base, plane ou excavée, correspondant au cardia. Pour donner une idée de l'importance de cette formation, nous dirons que, chez une Truite de 1^{kg}, elle atteignait 10^{cm} de longueur sur 6^{cm} de largeur à la base et pesait plus de 150^{g}.

L'estomac cardial est obstrué au point que l'alimentation n'est plus possible. Toutefois, dans un cas, la masse présentait un étroit pertuis axial permettant peut-être à quelques proies minuscules d'entretenir d'une façon précaire la vie du poisson, au moins pour quelque temps.

La première interprétation qui se présente à l'esprit est qu'il s'agit effectivement d'une tumeur, d'une sorte de fibromyome; cependant, la formation ne contracte aucun rapport avec la paroi stomacale qui ne présente, par places, que des traces d'érosion de contact, peu ou point hémorragiques.

Un examen attentif de la formation montre que sa surface est finement granuleuse, relevée de minuscules saillies correspondant aux inflexions de la muqueuse stomacale sur laquelle elle est moulée. Par endroits se voient des replis, des sillons plus ou moins profonds et sans orientation, au fond desquels on voit parfois, dans certaines pièces, quelques poils isolés ou en petits faisceaux épars. A l'intérieur, une section plane offre, macroscopiquement, l'impression d'un fibro-cartilage massif à travées fibreuses diversement contournées. Aucun corps étranger ayant pu servir de noyau d'amorce n'est visible.

L'étude microscopique montre la masse comme constituée d'une substance fondamentale parcourue d'innombrables faisceaux fibrillaires conjonctifs et élastiques, sans orientation définie et souvent comme tordus ou en tourbillons; en certains points, on voit des gaines vasculaires et parfois des restes de gaines pileuses; le tout plus ou moins altéré.

Dans la zone superficielle, la masse est parsemée de nombreux tubes mycéliens ramifiés avec gros noyaux en parfait état, et d'autant plus enchevêtrés et tassés qu'on se rapproche de la surface. Là, on les voit émaner

d'éléments cellulaires que nous avons reconnu appartenir au *Basidiobolus* (*Ichthyophonus*) *intestinalis* Léger et Hesse, Entomophtorée parasite, assez fréquente, mais seulement à l'état massif dans les Truites du Dauphiné ([1]). Au fond des dépressions qui séparent les saillies superficielles de la masse, ce champignon se montre, en effet, sous forme de nombreuses conidies qui ont exactement l'aspect, la structure et la taille régulière (12 à 15$^{\mu}$) des sphérules d'Ichthyophone dont nous avons, en 1927, réussi à obtenir la germination et, à la suite, le processus sexué qui nous a révélé la véritable nature de cet Endomycète ([2]).

La structure complexe de cette formation montre qu'il ne peut s'agir d'une tumeur de poisson, car nous y retrouvons, comme partie essentielle et de façon bien inattendue, les éléments histologiques de la peau des Mammifères.

On en vient à l'hypothèse d'une grosse proie (un Rongeur du bord des eaux, par exemple) happée par la Truite et dont les résidus d'une digestion difficile (peau et poils) encombreraient l'estomac. Hypothèse non satisfaisante, car les poils sont très rares ou absents et il n'y a pas trace de débris osseux. Il ne peut donc s'agir que de débris de peau épilée de Mammifère.

Or, précisément, au bord des rivières de la région se trouvent des mégisseries qui rejettent assez souvent dans les eaux des débris et des raclures de peaux au sortir des bains d'épilage ou d'habillage. Qu'une Truite affamée vienne à passer, elle engloutit goulûment (nous en avons fait l'expérience) ces produits indigestes, et en telle quantité qu'ils distendent à l'excès son estomac où ils se tassent et s'enroulent sous l'action des contractions péristaltiques impuissantes à leur faire franchir le détroit pylorique.

Cependant le suc gastrique, incapable de solubiliser entièrement ces matières modifiées par les premières opérations de la mégisserie ([3]), les imprègne et son action prolongée finit par en faire une masse concrète, d'aspect homogène, une pseudo-tumeur (dans laquelle on retrouve les éléments de la peau désorientés, tordus et plus ou moins altérés) qui ne pourra plus, en raison de son volume, quitter l'estomac distendu sur lequel

---

([1]) Léger et Hesse, *Sur un champignon du type* Ichthyophonus *parasite de l'intestin de la Truite* (*Comptes rendus*, 176, 1923, p. 420).

([2]) L. Léger, *Sur la nature et l'évolution des sphérules décrites chez les Ichthyophones parasites de la Truite* (*Comptes rendus*, 184, 1927, p. 1268).

([3]) Le bain d'« habillage » renferme en effet, avec des éléments nutritifs (jaune d'œuf, farine), de l'alun qui exerce un début de tannage sur le tissu cutané.

elle est moulée. Et cela d'autant moins qu'elle est consolidée encore, dans la suite, par le réseau mycélien de l'Ichthyophone qui trouve à sa surface un milieu que le suc gastrique a sans doute rendu propice à son développement, et ainsi la pseudo-tumeur devient un pseudo-mycétome; de sorte que, dans cette singulière formation, tout concourt à dérouter l'observateur.

De notre interprétation et de nos observations, nous conclurons :

1° Que la stase prolongée de certains produits indigestes d'origine animale, particulièrement les éléments conjonctifs tégumentaires, accumulés en grande quantité dans l'estomac du poisson, est susceptible de les transformer en une masse résistante d'apparence homogène, une pseudo-tumeur de tissus remaniés, capable de provoquer une obstruction stomacale définitive;

2° Que l'action prolongée du suc gastrique sur cette production en fait un milieu favorable au développement mycélien de l'*Ichthyphonus intestinalis* et à la formation de ces conidies ou sphérules germinatives grâce auxquelles ce champignon peut fermer son cycle dans le milieu extérieur. Et ceci explique sans doute pourquoi nous trouvons si fréquemment l'Ichthyophone dans l'estomac des Truites sauvages en Dauphiné où l'industrie mégissière et gantière est si répandue.

M. **H. Andoyer** s'exprime en ces termes (¹) :

J'ai l'honneur de présenter à l'Académie le Tome III du *Cours d'Astronomie* dont j'ai entrepris, depuis longtemps déjà, la publication. Tandis que j'ai exposé l'Astronomie théorique dans le Tome I, et avec la collaboration de M. A. Lambert, l'Astronomie pratique dans le Tome II, le présent Volume, consacré à l'Astrophysique, est entièrement dû à M. **Jean Bosler**, directeur de l'Observatoire de Marseille, et professeur à la Faculté des Sciences de cette ville. Il a demandé à son auteur de longues années d'efforts; car M. Bosler a voulu lire tous les travaux scientifiques publiés sur l'Astrophysique, et avant d'en rendre compte, les apprécier personnellement. Se refusant avec raison à romancer ou simplement à poétiser son sujet, il a su distinguer nettement la part des faits établis et celle de l'interprétation, souvent audacieuse.

Les personnes si nombreuses qui aspirent à une connaissance plus par-

(¹) Séance du 26 décembre 1928.

faite de l'Univers, qu'il s'agisse du Soleil ou de son cortège d'astres errants, des étoiles ou des lointaines nébuleuses, trouveront sous une forme abordable, je crois pouvoir dire pour la première fois, dans l'ouvrage de M. Bosler, un tableau complet et sûr des progrès réalisés jusqu'à ce jour en Astronomie physique.

Ce beau volume, édité par la librairie Hermann, est enrichi de nombreuses figures et de 47 très belles planches hors texte, reproductions photographiques de documents originaux; il est complété par des notes et des tables précieuses pour les recherches, contenant soit les noms de tous les auteurs cités, et les indications nécessaires pour remonter aux sources, soit l'indication des matières rangées par ordre alphabétique.

CORRESPONDANCE.

M. **C. Regaud** adresse des remercîments pour la subvention qui lui a été accordée sur la *Fondation Roy-Vaucouloux*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Aperçus modernes sur la théorie des groupes continus et finis*, par A. Buhl. Fascicule XXXIII du *Mémorial des Sciences mathématiques*. (Présenté par M. E. Goursat.)

2° L. Beaugé. *Les Cartes des Pêches du Banc de Terre-Neuve*. (Présenté par M. L. Joubin.)

GÉOMÉTRIE. — *Sur le calcul des opérations sphériques*. Complément de la Note [1] de M. **Paul Delens** (*Comptes rendus*, n° 24, 10 décembre 1928, p. 1107-1109), présentée par M. J. Hadamard.

Tous les torseurs $\mathcal{H}$ de même équation caractéristique $\psi(\mathcal{H}) = 0$ donnent ici les mêmes calculs et des conclusions semblables; si le degré ν s'abaisse aux valeurs 4, 3, 2, *toutes* les trajectoires du groupe à un paramètre de

[1] Séance du 26 décembre 1928.

symbole $\mathcal{H}$ sont respectivement sphériques, circulaires, isotropes; de même pour les séries de sphères.

L'équation $\psi(\mathcal{H}) = 0$ est susceptible de 9 formes essentiellement distinctes : 4 de degré 5, 2 de degré 4, 2 de degré 3, 1 de degré 2; dans chaque cas, les équations principale et caractéristique pour $\mathcal{G}$ se déduisent de celles relatives à $\mathcal{H}$: pour les équations numériques, il suffit de substituer $e^{\rho z}$ à ρ.

Ajoutons que si l'on emploie les opérations $\mathcal{G}'$ du groupe général Γ' conservant *l'équation* de l'absolu et la condition d'orthogonalité, les symboles des transformations infinitésimales sont des tenseurs *gauches*, de forme $\mathcal{H} + \lambda\mathfrak{U}$, $\mathcal{H}$ étant alterné.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Surfaces déformables avec un réseau conique conjugué persistant.* Note [1] de M. **Marcel Vasseur**, présentée par M. Goursat.

1. J'ai indiqué dans ma Note précédente [2] que la détermination d'une surface déformable sur un réseau conjugué conique de base revient à celle d'un double mécanisme, au sens de M. Gambier; le premier correspond aux courbes $[a, b; A, B]$, le second à $[\bar{a}, \bar{b}; \bar{A}, \bar{B}]$, où les fonctions a_i, A_i, $\bar{a}_i$, $\bar{A}_i$ de u et b_i, B_i, $\bar{b}_i$, $\bar{B}_i$ de v $(i = 1, 2, 3)$ vérifient :

$$(1)\qquad \Sigma(a_i - b_i)^2 - \Sigma(A_i - B_i)^2 = 0, \qquad \Sigma(\bar{a}_i - \bar{b}_i)^2 - \Sigma(\bar{A}_i - \bar{B}_i)^2 = 0;$$

$$(2)\qquad \Sigma(a_i - b_i)(\bar{a}_i - \bar{b}_i) - \Sigma(A_i - B_i)(\bar{A}_i - \bar{B}_i) = 0,$$

$$(3)\qquad \frac{d\bar{a}_i}{da_i} = \frac{d\bar{A}_i}{dA_i} = U, \qquad \frac{d\bar{b}_i}{db_i} = \frac{d\bar{B}_i}{dB_i} = V;$$

U et V sont supposés non constants. Les doubles mécanismes qui ne satisferaient qu'à (1) et (2) seraient d'une étude plus longue et moins fertile en applications. Gardant (3), nous remarquons que la méthode suivie par M. Gambier pour obtenir le simple mécanisme $[a, b; A, B]$ revient à écrire par double dérivation, $\Sigma a'_i b'_i - \Sigma A'_i B'_i = 0$, d'où résultent pour les 6 fonctions a'_i et A'_i des relations linéaires homogènes à coefficients constants en nombre k $(5 \geq k \geq 1)$ et $6 - k$ relations analogues pour les b'_i, B'_i. Les équations (3) entraînent les mêmes relations entre les $\bar{a}'_i$, $\bar{A}'_i$ d'une part, $\bar{b}'_i$, $\bar{B}'_i$ de l'autre, de sorte que le second mécanisme $[\bar{a}, \bar{b}; \bar{A}, \bar{B}]$ supposé existant

---

(1) Séance du 26 décembre 1928.

(2) *Comptes rendus*, **187**, 1928, p. 1109.

se trouve, dans la classification dressée par M. Gambier, dans la même série que le premier.

2. $k = 5, 4$ ne conduit qu'au cas banal et écarté, $U = \text{const.}$, $V = \text{const.}$ Tous les mécanismes de l'hypothèse $k = 3$ donnent, sans intégration, un ensemble $\infty^p (p \leq 5)$ de nouveaux mécanismes, dont chacun associé avec le premier fournit, en *général*, un couple double simplement *transformable*, mais non déformable; on obtient un couple de deux surfaces applicables et non une famille ∞^1. Ainsi avec le mécanisme suivant, déformable, de M. Gambier, on aura

$$(1) \quad \begin{cases} (a) \ldots\ldots & a_1 \quad a_2 \quad 0 & \qquad (A) \ldots\ldots & a_1 \quad A_2 \quad 0 \\ (b) \ldots\ldots & b_1 \quad 0 \quad b_3 & \qquad (B) \ldots\ldots & b_1 + m \quad 0 \quad B_3 \end{cases}$$

$$(2) \qquad a_2^2 + 2 m a_1 - A_2^2 = c, \qquad b_3^2 - 2 m b_1 - B_3^2 - m^2 = -c,$$

$$(3) \quad \begin{cases} (\bar{a}) \ldots & \bar{a}_1 \quad \bar{a}_2 \quad 0 & \qquad (\bar{A}) \ldots & \bar{a}_1 \quad \bar{A}_2 \quad 0 \\ (\bar{b}) \ldots & b_1 \quad 0 \quad \bar{b}_2 & \qquad (\bar{B}) \ldots & \bar{b}_1 + \bar{m} \quad 0 \quad \bar{B}_3 \end{cases}$$

$$(4) \quad \begin{cases} \bar{a}_2^2 + 2 \bar{m} \bar{a}_1 - \bar{A}_2^2 = \bar{c}, & \bar{b}_3^2 - 2 \bar{m} \bar{b}_1 - \bar{B}_3^2 - \bar{m}^2 = -\bar{c}; \\ a_2 \bar{a}_2 + \bar{m} a_1 + m \bar{a}_1 - A_2 \bar{A}_2 = c', & b_3 \bar{b}_3 - \bar{m} b_1 - m \bar{b}_1 - B_3 \bar{B}_3 = -c'; \\ \bar{a}_2 \dfrac{da_2}{du} + \bar{m} \dfrac{da_1}{du} - \bar{A}_2 \dfrac{da_2}{du} = 0, & \bar{b}_3 \dfrac{db_3}{dv} - \bar{m} \dfrac{db_1}{dv} - \bar{B}_3 \dfrac{dB_3}{dv} = 0. \end{cases}$$

Le système (a), (b) est formé de deux courbes planes *arbitraires* situées dans deux plans rectangulaires. La résolution des formules (4) donne au moyen des constantes m, c, $\bar{m}$, $\bar{c}$, c' qui restent *arbitraires*, des couples *isolés* $[a, b; A, B]$, $[\bar{a}, \bar{b}; \bar{A}, \bar{B}]$ bien que le mécanisme *simple* $[a, b; A, B]$ admette une déformation continue.

3. Les constantes m, c, $\bar{m}$, $\bar{c}$, c' étant supposées fonctions d'un même paramètre h, qui doit être le paramètre de déformation, peut-on obtenir que les fonctions a_1, a_2, $\bar{a}_1$, $\bar{a}_2$ soient indépendantes de h (tandis que A_2 et $\bar{A}_2$ dépendent de h)? L'élimination de A_2 et $\bar{A}_2$ fournit deux équations de la forme $\Sigma H_k U_k = 0$ et l'on doit encore étudier ces équations bilinéaires, où les H_k sont fonctions de h et les U_k de u. La discussion complète est assez pénible et je crois pouvoir affirmer que l'on n'obtient que deux familles déformables.

La première a été indiquée par M. Masloff, (a) et (b) sont deux paraboles focales; (A), (B) sont ce même couple ayant glissé parallèlement à l'axe commun; $(\bar{a})$, $(\bar{b})$, $(\bar{A})$, $(\bar{B})$ sont des quartiques unicursales. Dans le second exemple que j'indique ici, le couple (a), (b) est formé de deux coniques focales arbitraires (cercle ou parabole exclus); $(\bar{a})$, $(\bar{b})$ est un

couple de paraboles focales, dont les plans coïncident avec ceux du couple (a), (b); au cours de la déformation continue, chaque courbe reste dans son plan, le couple (A), (B) se déduit de (a), (b) par une homothétie de rapport λ, et le couple $(\bar{A})$, $(\bar{B})$ du couple $(\bar{a})$, $(\bar{b})$ par l'homothétie $\frac{1}{\lambda^2}$; le parallélisme des tangentes aux points correspondants suffit pour fixer la correspondance. Les surfaces obtenues ainsi sont toutes algébriques.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Le problème de Dirichlet pour les systèmes d'équations aux dérivées partielles du second ordre.* Note [1] de M. **Nicolas Cioranesco.**

Parmi les nombreuses généralisations du problème classique de Dirichlet, il en est une qui est restée dans l'ombre : c'est celle relative aux systèmes d'équations du type elliptique. Cela tient au fait qu'on n'a pas une méthode d'adjonction pour les systèmes différentiels à plus d'une variable. J'arrive à résoudre ce problème de la manière suivante :

Soit le système de n équations différentielles du second ordre et à ν variables $x_1, x_2, \ldots, x_\nu$:

$$\text{(1)} \qquad L_i \equiv \Delta u_i + \sum_{j=1}^{\nu} \left[a^j_{i1} \frac{\partial u_1}{\partial x_j} + a^j_{i2} \frac{\partial u_2}{\partial x_j} + \ldots + a^j_{in} \frac{\partial u_n}{\partial x_j} \right] + \sum_{j=1}^{n} b_{ij} u_j = f_i$$

$$(i = 1, 2, \ldots, n;\ \Delta u_i \text{ étant le laplacien de } u_i),$$

ou bien en écrivant le premier membre d'une manière plus condensée et en même temps beaucoup plus générale, car elle s'applique à une variété euclidienne ou riémannienne :

$$\text{(2)} \qquad L_i \equiv \Delta u_i + \sum_{k=1}^{n} \left[\vec{a}_{ik} . \overrightarrow{\text{grad}}\, u_k + b_{ik} . u_k \right].$$

où $\vec{a} . \overrightarrow{\text{grad}}\, u$ représente le produit scalaire : $\sum_{j=1}^{\nu} a^j \frac{\partial u}{\partial x_j}$ et Δu_i étant cette fois-ci le paramètre différentiel du second ordre $\text{div}(\text{grad}\, u_i)$. Aux n formes (2) j'associe les n autres formes M_i définies par

$$\text{(3)} \qquad M_i \equiv \Delta v_i + \sum_{k=1}^{n} \left[\left(-\frac{\lambda_k}{\lambda_i} \right) \text{div} \left(v_k . \vec{a}_{ki} \right) + \frac{\lambda_k}{\lambda_i} b_{ki} v_k \right].$$

---

[1] Séance du 26 décembre 1928.

les λ_j étant des paramètres arbitraires différents de zéro. J'appelle *adjonction paramétrique* le passage de (2) à (3) et entre ces deux systèmes on a la relation

$$(4)\qquad \sum_1^n \lambda_i(v_i \mathrm{L}_i - u_i \mathrm{M}_i) = \operatorname{div} \sum_{i=1}^n \lambda_i \left[v_i \operatorname{grad} u_i - u_i \operatorname{grad} v_i + v_i \sum_{k=1}^n \left(u_k \vec{a}_{ik} \right) \right].$$

Cette relation permet d'obtenir les formules qui donnent la résolution des problèmes aux limites pour le système $\mathrm{L}_i = f_i$, en prenant pour les v_i les solutions fondamentales correspondantes (en admettant leur existence) du système $\mathrm{M}_i = 0$.

J'ai résolu de cette manière le problème de Dirichlet pour le système (1).

Soit dans l'espace E_ν le domaine Ω de frontière Σ.

Si l'on cherche les solutions de ce système qui se réduisent à des valeurs données sur Σ, définies à l'intérieur de Ω, la relation (4) donne immédiatement :

$$(5)\qquad k_\nu \sum_1^n \lambda_i u_i(\mathrm{M}) = \sum_1^n \left[\lambda_i \int_\Sigma u_i \frac{d\mathrm{G}_i}{dn} d\sigma - \lambda_i \int_\Omega \mathrm{G}_i f_i \, d\omega_\mathrm{P} \right]$$

où $\mathrm{G}_i = \mathrm{G}_i(\mathrm{M}; \mathrm{P} \mid \lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_n)$ sont les solutions fondamentales du système $\mathrm{M}_i = 0$, nulles sur Σ et qu'on peut aussi appeler fonctions de Green, k_ν une constante numérique.

Si l'on donne aux λ_i une suite de n valeurs particulières $\lambda_i^k (k = 1, 2, \ldots, n)$ telles que le déterminant $\| \lambda_i^k \| \neq 0$, alors les n relations (5) ainsi obtenues permettent d'obtenir les $u_i(\mathrm{M})$. Le résultat est indépendant du choix des valeurs λ_i^k, ce qui justifie la méthode employée.

Enfin je remarquerai qu'on peut résoudre ce même problème, comme je l'ai fait, en adjoignant au système L_i n autres systèmes $\mathrm{M}_i^{(k)} (k = 1, 2, \ldots, n)$, ces systèmes étant cette fois sans paramètres.

D'ailleurs les deux méthodes ne sont pas essentiellement différentes, car si l'on ne connaît pas de solutions fondamentales $\mathrm{G}_i(\mathrm{M}; \mathrm{P} \mid \lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_n)$ dépendant des paramètres, la question revient à trouver les solutions fondamentales de n systèmes (3) correspondant à la suite des valeurs λ_i^k des paramètres.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les systèmes coordonnés obliques dans l'espace fonctionnel.* Note (¹) de M. J. **Delsarte**, présentée par M. Goursat.

Considérons une variété linéaire fonctionnelle $\mathfrak{M}$ dans l'espace de Hilbert. Il est important de préciser à quelles conditions un système de fonctions

$$f_1;\quad f_2;\quad \ldots;\quad f_n;\quad \ldots,$$

pris dans cette variété, la coordonne correctement. Il est tout d'abord nécesaire que le système (f) soit complet dans $\mathfrak{M}$. Supposant alors les fonctions de (f) linéairement indépendantes, on peut orthogonaliser le système à la Schmidt, par les formules

$$\varphi_i = \sum_{k1}^{i} a_{ik} f_k \qquad (i = 1;\ 2;\ \ldots;\ n;\ \ldots)$$

avec

$$\int_0^1 \varphi_i(s)\varphi_j(s)\,ds = [\varphi_i.\varphi_j] = \varepsilon_{ij} = \begin{cases} 0 & (i \neq j) \\ 1 & (i = j) \end{cases}.$$

Une fonction quelconque F de $\mathfrak{M}$ est la limite en moyenne des fonctions

$$F_n = \sum_{i1}^{n} \alpha_i \varphi_i,$$

qu'on peut mettre sous la forme

$$F_n = \sum_{i1}^{n} x_n^i f_i.$$

Si les x_n^i ont, pour n infini, tous des limites qui ne sont toutes nulles pour aucune fonction non presque partout nulle de $\mathfrak{M}$, nous dirons que cette variété est bien coordonnée par (f). Alors à tout système de « coefficients »

$$x^1,\quad x^2,\quad x^3;\quad \ldots;\quad x^i$$

(vérifiant d'ailleurs certaines conditions) correspond une fonction et une seulement de la variété admettant ces coefficients. On a le théorème suivant :

Pour que $\mathfrak{M}$ soit bien coordonnée par (f) (que nous qualifions alors de système complet et fermé), il est nécessaire et suffisant que :

(¹) Séance du 26 décembre 1928.

1° (f) *soit complet;*

2° (f) *soit biorthogonalisable dans* $\mathfrak{M}$ *par un système*

$$g_1;\quad g_2;\quad \ldots;\quad g_i;\quad \ldots \qquad \text{avec} \quad [f_i . g_j] = \varepsilon_{ij}$$

complet dans $\mathfrak{M}$.

Si l'on suppose *a priori* (f) complet dans $\mathfrak{M}$, ces conditions équivalent aux suivantes :

1° Convergence pour toute valeur de k des séries

$$\sum_{ik}^{\infty} (a_{ik})^2,$$

on a alors

$$g_k \sim \sum_{ik}^{\infty} a_{ik} \varphi_i$$

et

$$x^k = [\mathrm{F} . g_k].$$

2° Si l'on suppose le système biorthogonalisant (g_i) orthogonalisé à la Schmidt par les formules

$$\psi_i = \sum_{k1}^{i} b_{ik} g_k,$$

la condition que (g_i) soit complet s'exprime par

$$\sum_{ik}^{\infty} (b_{ik})^2 = \eta_{kk} = \int_0^1 f_k^2(s)\, ds.$$

Il est à remarquer que ces conditions peuvent s'exprimer en fonction des éléments η_{ij} du « géométral » du système

$$\eta_{ij} = [f_i . f_j].$$

Si elles sont remplies on peut passer, par un algorithme infini, d'une manière univoque des x^i aux coefficients de Fournier α_i de F par rapport au système orthogonal φ_i.

Un exemple important de tels systèmes (f) est celui fourni par les fonctions fondamentales d'un noyau de carré sommable.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Approximations linéaires.* Note (¹) de M. T. **Bonnesen**, présentée par M. Émile Borel.

1. Soit $R^{(n+1)} = (x_1, x_2, \ldots, x_n, x_{n+1})$ un espace à $n+1$ dimensions, les coordonnées x étant des nombres réels. Le plan $R^{(n)}$, $x_{n+1} = 0$ sera dit horizontal; la droite M, $x_1 = m_1$, $x_2 = m_2$, ..., $x_n = m_n$, sera dite verticale; le plan $P^{(n)}$,

$$x_{n+1} = a_0 + a_1 x_1 + \ldots + a_n x_n, \tag{1}$$

sera dit oblique. Le système $(a_1, \ldots, a_n)$ sera appelé la direction du plan.

Soit E un ensemble fermé et borné de points dans $R^{(n+1)}$. Les plans de direction $(a_1, \ldots, a_n)$ passant par les points p de E sont coupés par M en des points p' qui forment aussi un ensemble fermé et borné E'. Il existe en E' deux points dont les ordonnées $x_{n+1} = \alpha$, $x_{n+1} = \alpha'$ sont respectivement minima et maxima. $\alpha' - \alpha$ est la mesure d'une « hauteur » de E. Les plans parallèles passant par α et α' sont les plans d'appui de E, qui ont des points d'appui en commun avec E; les autres points de E sont situés d'un même côté du plan d'appui. Posant

$$\alpha' - \alpha = 2\rho(a_1, \ldots, a_n) = 2\rho(a),$$

on peut démontrer les théorèmes suivants :

a. $\rho(a)$ est une fonction convexe et continue, et par suite elle atteint une valeur minima μ.

La hauteur d'un point $p = (\xi_1, \ldots, \xi_n, \xi_{n+1})$ de E sur le plan (1), c'est-à-dire la quantité

$$|a_0 + a_1\xi_1 + \ldots + a_n\xi_n - \xi_{n+1}|,$$

a dans E une valeur maxima. Faisant varier a_0, cette valeur atteindra sa valeur minima $\rho(a)$ pour le « plan central » passant par le point

$$x_1 = m_1, \quad \ldots, \quad x_n = m_n, \quad x_{n+1} = \frac{1}{2}(\alpha + \alpha').$$

Un plan central sera appelé un plan d'approximation quand $\rho(a) = \mu$. Donc :

b. Pour tout ensemble borné et fermé E, il existe un plan d'approxi-

(¹) Séance du 10 décembre 1928.

mation A au moins. La hauteur maximum μ des points de E sur A sera atteinte par des points d'appui supérieurs et inférieurs des plans d'appui parallèles à A. S'il existe deux plans d'approximations, il en existe une infinité dont les directions $(a_1, \ldots, a_n)$ forment un ensemble convexe.

c. La condition nécessaire et suffisante pour qu'un plan central soit un plan d'approximation est que les points d'appui supérieurs ne puissent pas être séparés des points d'appui inférieurs correspondants par un plan vertical.

Les théorèmes connus sur l'approximation la meilleure d'une fonction par des autres fonctions pourront être dérivés des théorèmes *a-c*. Soient en effet $f(s), f_1(s), \ldots, f_n(s)$, $n+1$ fonctions continues dans l'intervalle $s_1 \leqq s \leqq s_2$, et considérons dans l'espace $R^{(n+1)}$ la courbe

$$E, x_1 = f_1(s), \ldots, x_n = f_n(s), x_{n+1} = f(s).$$

La meilleure approximation de $f(s)$ par une fonction

$$a_0 + a_1 f_1(s) + \ldots + a_n f_n(s)$$

sera alors obtenue à l'aide du plan d'approximation de E. Les fonctions de deux variables pourront être traitées de la manière analogue.

2. Nous considérerons maintenant un espace $R^{(2n+2)} = (x_1, x_2, \ldots, x_{n+1})$ à $2n+2$ dimensions, les x signifiant des nombres complexes. Quand E est un ensemble formé et borné dans $R^{(2n+2)}$ les raisonnements antérieurs sont encore valables; il faut remarquer que les coefficients $(a_0, \ldots, a_n)$ sont maintenant des nombres complexes et que la droite verticale M est un plan complexe à deux dimensions, qui est coupé par un plan oblique en un point seulement. E' est un ensemble plan. Deux plans de même direction $(a_1, a_2, \ldots, a_n)$ couperont M en deux points, qui déterminent une valeur $a_0 - a_0'$ dont la valeur absolue soit dite la distance verticale des plans. Pour une direction donnée il existe un plan central pour lequel la distance maxima des points de E est minima. Le plan central passe par le centre du cercle circonscrit à E', c'est-à-dire le plus petit cercle renfermant E'. Ce cercle a des points d'appui en commun avec E' qui ne sont pas tous situés sur un axe plus petit que 180°. Les plans dans la direction $(a_1, \ldots, a_n$ passant par ces points ont des points en commun avec E qui seront encore dits les points d'appui associés au plan central, bien que cette expression n'a pas la signification du paragraphe 1. Soit $\rho(a_1, \ldots, a_n)$ le rayon du cercle circonscrit, ρ est une fonction réelle des composantes réelles des nombres a_k. Alors les théorèmes *a-c* sont encore valables, le nombre t du théorème 1

signifiant toujours un nombre réel, et la définition d'un plan d'approximation est encore la même. Mais évidemment le théorème c n'a aucun sens dans ce cas; il doit être remplacé par le théorème suivant :

d. Soit $x_{n+1} = a_0 + a_1 x_1 + \ldots + a_n x_n$ l'équation d'un plan central, et soient $(\xi_1, \ldots \xi_n, \xi_{n+1})$ les coordonnées d'un point d'appui associé. La condition nécessaire et suffisante pour que le plan central soit plan d'approximation est qu'il ne soit pas possible de déterminer $n+1$ nombres complexes $p_0, p_1, \ldots p_n$ tels que l'équation

$$p_0 + p_1\xi_1 + \ldots + p_n\xi_n = re^{i\nu}(\xi_{n+1} - a_0 - a_1\xi_1 - \ldots - a_n\xi_n)$$

soit valable pour tous les points d'appui, quand r et ν sont des nombres réels qui peuvent varier avec le point d'appui, mais qui sont assujettis aux conditions

$$1 - \alpha \leqq r \leqq 1 + \alpha \qquad (0 \leqq \alpha \leqq 1), \qquad -\varphi \leqq \nu + \varphi < \frac{\pi}{2}.$$

Les théorèmes pourront être appliqués au problème de l'approximation d'une fonction d'une variable complexe continue dans un domaine fermé par d'autres fonctions, par exemple par de polynomes de degré n. La condition d est alors précisément la condition donnée par M. Léonida Tonelli pour ce cas.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur la détermination des valeurs exceptionnelles des fonctions entières et méromorphes d'ordre fini.* Note (¹) de M. **Georges Calugaréano.**

Soit $f(x)$ une fonction méromorphe d'ordre fini ρ, définie par

$$f(x) = \sum_{n=0}^{\infty} a_n x^n \tag{1}$$

au voisinage de l'origine qui n'en est pas un pôle. Soit z une valeur complexe quelconque mais $\neq a_0$; désignons par $x_\nu(z)$ l'ensemble des racines de l'équation

$$f(x) - z = 0. \tag{2}$$

(¹) Séance du 26 décembre 1928.

Nous indiquerons, sur les $x_\nu(z)$, une formule qui peut servir dans bien des problèmes.

1. Considérons l'intégrale

(3) $$J_R^{(q)} = \frac{1}{2\pi i}\int_\Gamma \frac{x^{-q} f'(x)}{f(x) - z}\,dx$$

prise le long d'un cercle Γ de rayon R ayant son centre à l'origine. Elle est égale à la somme des résidus relatifs aux pôles $x_\nu(z)$ contenus dans Γ, augmentée de la somme relative aux pôles b_ν de $f(x)$ situés dans Γ, et du résidu relatif à $x = 0$, qui est pôle d'ordre q. En supposant q égal à un entier quelconque $> \rho$, on aura

$$J_R^{(q)} = A + \sum_{|x_\nu|<R}\left[\frac{1}{x_\nu(z)}\right]^q - \sum_{|b_\nu|<R}\left(\frac{1}{b_\nu}\right)^q$$

en désignant par A le résidu relatif au pôle $x = 0$. On a

$$\frac{f'(x)}{f(x) - z} = \frac{a_1 + 2a_2x + 3a_3x^2 + \ldots + na_nx^{n-1} + \ldots}{(a_0 - z) + a_1x + a_2x^2 + \ldots + a_nx^n + \ldots} = \beta_0 + \beta_1x + \beta_2x^2 + \ldots + \beta_mx^m + \ldots,$$

ce qui fait voir que le résidu A est égal à β_{q-1}. Mais on a, par un calcul élémentaire,

$$\beta_{q-1} = \frac{1}{(a_0 - z)^q}\begin{vmatrix} a_0 - z & 0 & 0 & \ldots & a_1 \\ a_1 & a_0 - z & 0 & \ldots & 2a_2 \\ a_2 & a_1 & a_0 - z & \ldots & 3a_3 \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ a_{q-1} & a_{q-2} & a_{q-3} & \ldots & qa_q \end{vmatrix} = \frac{\varpi_q(z)}{(a_0 - z)^q}.$$

2. On peut montrer, d'autre part, que si l'on fait croître R indéfiniment, $J_R^{(q)}$ tend vers zéro, quel que soit l'entier $q > \rho$. Notre démonstration, tirée de la formule de Poisson-Jensen et des résultats classiques de M. Rolf Nevanlinna (*Acta mat.*, 46, 1925, p. 1), est trop longue pour pouvoir être donnée ici. La série qui s'introduit dans le second membre de (3′) étant absolument convergente si $q > \rho$, il résulte que l'on a la formule générale

(4) $$\sum_{\nu=1}^{\infty}\left(\frac{1}{x_\nu(z)}\right)^q = \sum_{\nu=1}^{\infty}\left(\frac{1}{b_\nu}\right)^q - \frac{\varpi_q(z)}{(a_0 - z)^q}.$$

Supposons, en particulier, que α soit une valeur exceptionnelle au sens

de M. Picard de $f(x)$. $E(\rho)$ étant alors le plus grand nombre entier contenu dans ρ, on aura

$$\varpi_q(\alpha) - (a_0 - \alpha)^q \sum_{\nu=1}^{\infty} \left(\frac{1}{b_\nu}\right)^q = 0$$

pour

$$q = E(\rho)+1, \quad E(\rho)+2, \quad \ldots, \quad E(\rho)+k, \quad \ldots$$

et pour une fonction entière ([1])

$$\varpi_q(\alpha) = 0$$

pour

$$q = \rho+1, \quad \rho+2, \quad \ldots, \quad \rho+k, \quad \ldots$$

Donc, *si une fonction méromorphe d'ordre fini* ρ *admet une valeur exceptionnelle* α, *cette valeur est racine d'une équation algébrique de degré* $E(\rho)+1$ *dont les coefficients dépendent uniquement des* $E(\rho)+2$ *premiers coefficients* a_n *de* (1), *et de la somme*

$$s_q(\infty) = \sum_{\nu=1}^{\infty} \left(\frac{1}{b_\nu}\right)^q.$$

On trouve en particulier que, si une fonction entière d'ordre 1 admet une valeur exceptionnelle α, celle-ci est donnée par

$$\alpha = a_0 - \frac{a_1^2}{2a_2}.$$

La formule (4) permet également de tirer des conclusions sur les valeurs quasi exceptionnelles, ainsi que sur la détermination de $f(x)$ par deux suites $x_\nu(u)$ et $x_\nu(v)$, conclusions que nous exposerons ailleurs.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur les fonctions régulières d'ordre supérieur à deux.* Note ([2]) de M. N. **Podtiaguine**, présentée par M. Émile Borel.

Dans ma Note précédente ([3]) j'ai parlé des fonctions régulières du second ordre. Maintenant, je veux indiquer quelques propriétés fondamentales des fonctions régulières d'ordre supérieur à deux.

([1]) Pour une fonction entière, ce résultat peut être obtenu par une voie élémentaire, comme me l'a fait remarquer M. Montel.

([2]) Séance du 26 décembre 1928.

([3]) *Comptes rendus*, 185, 1927, p. 753.

1° *Soient $y_1(x)$ et $y_2(x)$ deux fonctions régulières du $n^{\text{ième}}$ ordre dont les ordres de la croissance sont finis. Si l'ordre de la croissance de la fonction $y_2(x)$ par rapport à la fonction $y_1(x)$ est inférieur ou égal à un, la somme de ces fonctions est une fonction régulière au moins du $n^{\text{ième}}$ ordre et son indice de régularité du $n^{\text{ième}}$ ordre est égal à celui de la fonction $y_1(x)$.*

2° *Si $y_1(x)$ et $y_2(x)$ sont deux fonctions régulières du $n^{\text{ième}}$ ordre et si leurs ordres de la croissance sont finis, le produit de ces fonctions est une fonction régulière au moins du $n^{\text{ième}}$ ordre.*

3° *Si $y_1(x)$ et $y_2(x)$ sont deux fonctions régulières du $n^{\text{ième}}$ ordre et si leurs ordres de la croissance sont finis, la fonction*

$$y(x) = y_1[y_2(x)]$$

est une fonction régulière au moins du $n^{\text{ième}}$ ordre.

4° *Si la fonction $y(x)$ est une fonction régulière du $n^{\text{ième}}$ ordre dont l'ordre de la croissance par rapport à une autre fonction quelconque $y_1(x)$ régulière du second ordre est égal à un nombre k fini et différent de zéro et si l'indice α_n de sa régularité du $n^{\text{ième}}$ ordre est différent de zéro, l'ordre de la croissance de sa dérivée $y^{(p)}(x)[p = 1, 2, 3, \ldots, n-1]$ par rapport à la fonction $y_1(x)$ est égal à*

$$k' = k - p(1 - \beta_2),$$

β_2 étant l'indice de régularité du second ordre de la fonction $y_1(x)$.

Si $y_1(x) = x$, on a $\beta_2 = 0$, et la formule précédente prend la forme

$$k' = k - p.$$

Si, enfin, l'ordre de la croissance de la fonction $y_1(x)$ est infini, l'ordre de la croissance de la dérivée $y^{(p)}(x)$ par rapport à $y_1(x)$ sera égal à celui de la fonction $y(x)$ même, car on aura dans ce cas $\beta_2 = 1$.

5° *Soit $y(x)$ une fonction régulière du $n^{\text{ième}}$ ordre. Quelque petit que soit le nombre positif ε, il existe toujours une valeur de x, à partir de laquelle on a*

$$[y(x)]^{p\alpha_2-(p-1)-\varepsilon} < y^{(p)}(x) < [y(x)]^{p\alpha_2-(p-1)+\varepsilon} \qquad p = 1, 2, 3, \ldots, n-1,$$

α_2 étant l'indice de régularité du second ordre de la fonction $y(x)$.

Si l'ordre de la croissance de la fonction $y(x)$ est égal à un nombre k fini et différent de zéro, les inégalités précédentes prennent la forme

$$[y(x)]^{1-\frac{p}{k}-\varepsilon} < y^{(p)}(x) < [y(x)]^{1-\frac{p}{k}+\varepsilon}.$$

Si l'ordre de la croissance de la fonction $y(x)$ est infini, ces inégalités donnent

$$[y(x)]^{1-\varepsilon} < y^{(p)}(x) < [y(x)]^{1+\varepsilon}.$$

ASTROPHYSIQUE. — *Sur la présence de la raie d'absorption* D_3 *dans le spectre solaire.* Note (¹) de MM. **S.-B. Nicholson** et **Nicolas G. Perrakis**, présentée par M. H. Deslandres.

L'hélium est le seul des gaz rares qu'on rencontre dans l'atmosphère solaire, d'ordinaire dans la chromosphère. Cependant la raie D_3 se présente fréquemment comme raie d'absorption dans le spectre de Fraunhofer, dans des endroits particuliers du disque solaire.

MM. Buss (²), Smith (³) et Evershed (⁴) ont particulièrement attiré l'attention sur la question par des publications qui remontent déjà à une vingtaine d'années. Quelques résultats relatifs à ce sujet, que nous avons récemment obtenus, feront l'objet de cette Note.

Nous avons fait, à différentes heures de la journée, un certain nombre d'observations, aussi bien visuelles que photographiques, réparties sur un intervalle de six mois environ (avril-septembre 1928). Toutes ces observations ont été faites avec la grande Tour-télescope de l'Observatoire du Mont Wilson, dont les caractéristiques intéressant ce travail sont : *a*. diamètre de l'image utilisée, 43^{cm} environ; *b*. dispersion (spectre du premier ordre), $0,72\,\text{Å} = 1^{mm}$.

Nous avons recherché la raie sombre D_3 dans toutes les régions du disque solaire, perturbées ou non, et c'est dans le voisinage des taches et dans les intervalles séparant les membres d'un même groupe que nous l'avons le plus souvent rencontrée.

Cependant ceux qui ont primitivement étudié cette raie, en particulier M. Buss, semblent l'avoir rencontrée un peu partout sur le disque et beaucoup plus souvent qu'il ne nous á été permis de le faire.

Or, une raie atmosphérique (λ 5875,603) étant à une distance de 0,017 Å de la raie D_3(λ 5875,620), une confusion est toujours possible, lorsqu'il s'agit d'observations visuelles.

Ainsi que nous l'avons dit plus haut, cette raie de l'hélium ne se montre pas sur tous nos clichés. Quelques-uns de ces clichés ont été étudiés au

---

(¹) Séance du 10 décembre 1928.

(²) *The Observatory*, 358, 1905, p. 254 et 319.

(³) *The Observatory*, 361, 1905, p. 358.

(⁴) *The Observatory*, 396, 1908, p. 212.

microphotomètre de P. Koch ([1]), et en particulier les deux clichés reproduits dans cette Note.

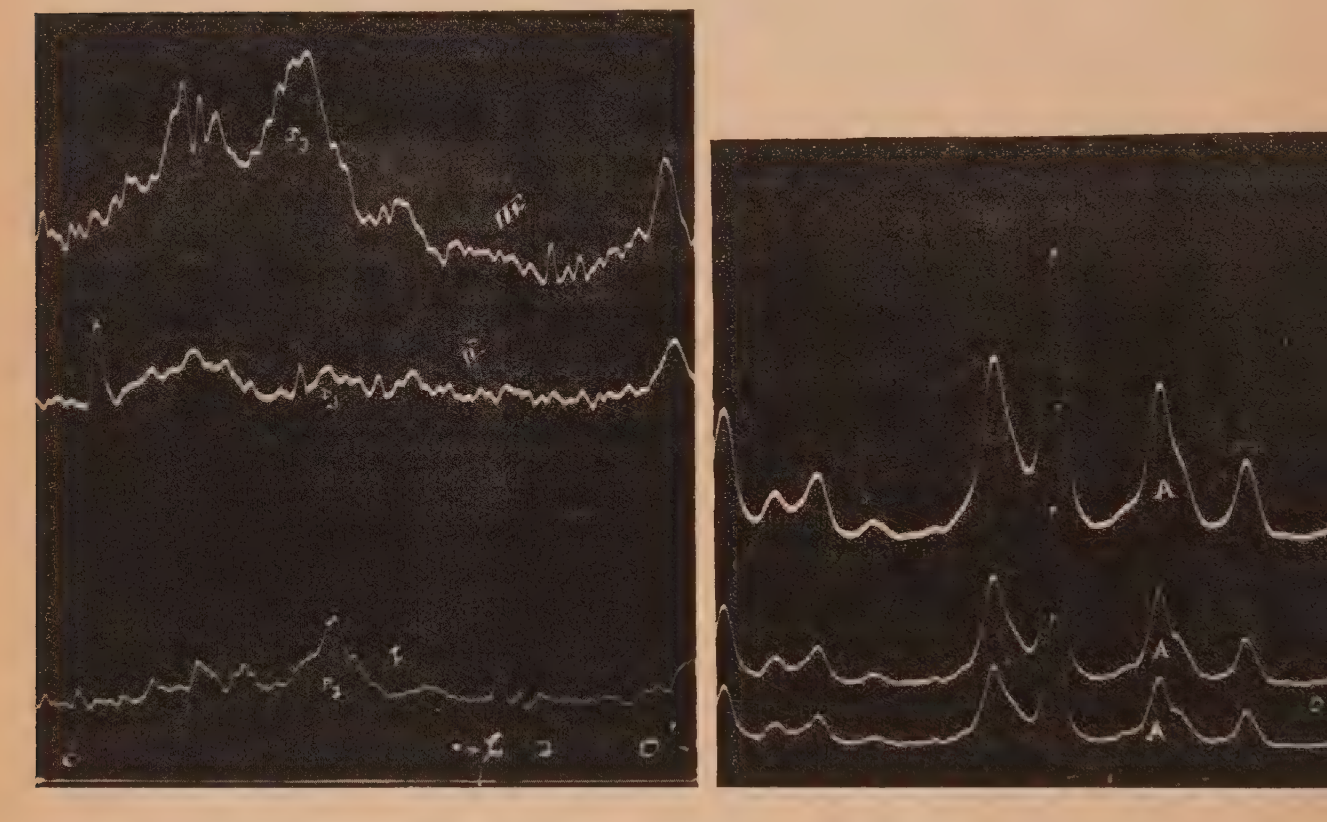


Fig. 1.

Le zéro de l'appareil (noircissement complet) pour chacune des courbes I, II et III est respectivement placé à 1cm,2 au-dessous, à 0cm,65 au-dessus et à 3cm,7 au-dessous de l'axe OO'.

Fig. 2.

Les courbes I, II, et III de la figure 1 sont relatives à trois spectrogrammes pris dans la matinée (11h environ) du 19 avril 1928, la fente du spectrographe étant respectivement placée dans l'intervalle séparant deux membres d'un groupe bipolaire, dans l'espace occupé par des « faint markings » et dans le voisinage immédiat d'une tache bipolaire.

([1]) Le microphotomètre de P. Koch (voir *Annalen der Physik*, 39, 1912, p. 705, ...), primitivement installé ici, a reçu dans la suite quelques modifications.

Caractéristiques des taches utilisées.

	Nombre de la tache (Mt Wilson No).	Coordonnées.	Polarités (en gauss).
I...............	3333	1 E, 9 S	R^{500}, V^{500}
II...............	3334	8 W, 8 S	Non enregistrées (très faibles)
III...............	3326	47 W, 10 N	R (faible), V^{2000}

On constate que la raie D_3 se voit très bien sur les courbes I et III, alors qu'elle est pratiquement absente de la courbe II.

Des évaluations d'ordre de grandeur (il ne s'agit pas ici de mesures précises) montrent que la raie D_3 est également prononcée sur les spectrogrammes I et III. En résumé, l'absorption due à l'hélium est relativement forte dans le voisinage immédiat de la tache 3326 et dans l'intervalle séparant les membres du groupe 3333, tandis qu'elle est pratiquement nulle dans tout l'espace occupé par les « faint markings ».

Les trois courbes de la figure 2, correspondant à trois différentes largeurs de la fente du microphotomètre, sont relatives à un même spectrogramme pris le 24 juin 1928, à $18^h 31^m$, la fente du spectrographe étant placée dans la région ouest du disque, libre de toute perturbation.

On voit combien la raie atmosphérique A (λ 5875,603) est prononcée et l'on se rend facilement compte de l'incertitude que peuvent comporter les observations visuelles de la raie sombre D_3, malgré la différence d'allure des deux raies en question.

Nous voudrions ajouter, avant de terminer cette Note, que c'est seulement dans les régions du disque couvertes de facules que nous avons pu observer la raie sombre D_3, en l'absence de toute tache visible. D'ailleurs, nous avons constaté que d'une façon générale l'absorption de l'hélium y est très forte, plus forte qu'ailleurs; ce qui s'expliquerait, la température des facules étant sensiblement supérieure à la température moyenne de l'atmosphère solaire.

MÉCANIQUE. — *Sur la variation de la vitesse et de la tension d'une courroie le long de la poulie.* Note (¹) de M. **R. Swyngedauw**, présentée par M. G. Kœnigs.

D'après des Notes antérieures (²), un élément de courroie qui avant son passage sur la poulie a la forme d'un prisme rectangle, compris entre

(¹) Séance du 26 décembre 1928.

(²) *Comptes rendus*, **183**, 1926, p. 859, et Notes citées [note (¹) de la page 44].

deux plans transversaux infiniment voisins, se convertit, après avoir franchi l'azimut 15°, en un segment de cylindre compris entre les faces d'un dièdre dont l'arête coïncide avec l'axe de la poulie, et dont l'ouverture augmente ou diminue suivant que la tension croît ou décroît au fur et à mesure que l'élément progresse sur la poulie; de sorte que les longueurs des diverses lamelles cylindriques qui le composent s'allongent ou se raccourcissent *proportionnellement* à leur distance à l'axe de la poulie.

La connaissance de la variation de longueur ou de vitesse d'un élément de la face externe de la courroie et des lois de l'élasticité suffit ainsi pour déterminer la variation de tension correspondante entre les azimuts critiques d'enroulement et de déroulement, ce dernier situé à 15° environ avant que la face interne de la courroie ne quitte la poulie ([1]).

La méthode stroboscopique décrite précédemment ([2]) permet, moyennant certaines précautions essentielles, de mesurer avec précision les variations de vitesse de la face externe de la courroie.

L'expérience établit ainsi avec netteté les lois qui régissent la vitesse entre les azimuts critiques d'enroulement et de déroulement.

Si l'on appelle *arc actif* celui parcouru par l'élément quand il *glisse* sur la poulie :

1° *La vitesse de l'élément varie proportionnellement à l'arc actif;*

2° *L'arc actif est en général notablement plus petit sur la poulie menée que sur la poulie menante.*

Dans nos expériences, la vitesse linéaire de la courroie était de l'ordre de 12^{m} par seconde, la vitesse de glissement sur la poulie atteignait au maximum 5^{cm} par seconde; la tension du brin tendu en charge normale était de 200 à 240^{g} par millimètre carré, l'effort transmis atteignait parfois jusqu'à la moitié de la tension du brin tendu.

Or, si V_c et L_c sont les vitesse et longueur d'un élément de la face interne de la courroie sur l'azimut critique d'enroulement, où il est adhérent à la poulie, V et L ces vitesse et longueur quand il a *glissé* d'un arc α, on a

$$(1) \qquad \frac{V - V_c}{V_c} = \frac{L - L_c}{L_c} = \frac{\Delta t}{Es},$$

E étant le module d'élasticité correspondant à la variation de tension ΔT,

---

([1]) Dans ces quinze derniers degrés, et dans les quinze premiers, l'élément subit des déformations plus complexes que nous avons étudiées dans des Notes précédentes (*Comptes rendus*, **186**, 1928, p. 569 et 843).

([2]) *Comptes rendus,* **182**, 1926, p. 616.

s la section de la courroie. Or, l'expérience stroboscopique nous donne

$$(2) \qquad \frac{V - V_c}{V_c} = k\alpha,$$

k étant une constante.

D'autre part, la loi différentielle $dT = fT\,d\alpha$ qui lie la variation dT de la tension T d'un élément de courroie à son glissement sur l'arc $d\alpha$ s'applique au cas d'un coefficient de frottement variable ou non avec la vitesse de glissement.

Par suite, la variation ΔT dans l'arc α est représentée par l'intégrale

$$(3) \qquad \Delta T = \int_0^\alpha f dT \alpha.$$

Or, *sur la poulie menante*, le coefficient de frottement croît, mais la tension décroît au fur et à mesure que l'élément de courroie progresse en glissant le long de l'arc α; le produit fT tend donc à garder une valeur sensiblement constante le long de α et l'on peut par conséquent écrire

$$(4) \qquad \Delta T = \int_0^\alpha fT\,d\alpha = k'\alpha,$$

k' étant une constante. Cette équation, rapprochée de (1) et (2), donne

$$Esk = k', \qquad \text{c'est-à-dire} \qquad E = \text{const.}$$

Sur la poulie menée, f et T croissent tous les deux avec α et par suite ΔT croît plus rapidement que α; on peut donc écrire

$$(5) \qquad \int_0^\alpha fT\,d\alpha = sk\alpha\varphi(\alpha),$$

$\varphi(\alpha)$ étant une fonction croissante de α. En comparant (1) et (2) et (5), on obtient

$$E = \varphi(\alpha).$$

Lorsqu'un élément de courroie parcourt en glissant un arc α compris entre les azimuts critiques de la poulie, son module d'élasticité garde une valeur sensiblement constante le long de la poulie menante, tandis qu'il varie suivant une fonction croissante de cet arc le long de la poulie menée.

Nous nous proposons de contrôler directement ces propositions.

GÉODÉSIE. — *Sur l'ellipticité de l'équateur terrestre.*
Note [1] de M. **Thadée Banachiewicz**, présentée par M. Georges Perrier.

Dans une Note, présentée récemment à l'Académie [2], M. Mario Bossolasco exprime l'opinion que l'ellipse de l'équateur terrestre, obtenue d'après les mesures de l'intensité de la pesanteur par Helmert et autres savants, doit subir une rotation de 90° à cause d'une inadvertance théorique. Le point de départ de M. Bossolasco est l'impossibilité d'admettre que la gravité, le long de l'équateur d'un sphéroïde quelconque, est maximum aux points les plus éloignés du centre. En effet, pour un ellipsoïde *homogène*, peu différent d'une sphère à trois axes inégaux, la gravité en un point situé à sa surface est plus grande à l'extrémité de l'axe moyen qu'à l'extrémité de l'axe le plus grand. Mais — et c'est le point essentiel — le géoïde n'est pas un sphéroïde *quelconque;* c'est un sphéroïde qui est une surface de niveau.

Considérons l'expression bien connue de la fonction des forces pour la gravité terrestre

$$U = \frac{fM}{r}\left(1 + \frac{K}{r^2}\right) \quad (1)$$ [3],

dans laquelle on a

$$K = 3\,\frac{C - B}{4M}\cos^2\varphi\cos 2\lambda$$

(φ, latitude; λ, longitude) et qu'on a réduite au terme principal et au terme dépendant de la longitude, ce qui est légitime, car il ne s'agit que d'étudier l'influence du terme principal en longitude.

Sur la surface de niveau, on a $U = \text{const.}$, et l'on en tire, en négligeant les puissances supérieures de K et en désignant par r_0 la valeur de r pour $K = 0$:

$$r = r_0\left(1 + \frac{K}{r_0^2}\right). \quad (2)$$

D'autre part, la gravité est égale à $-\frac{\partial U}{\partial r}$; on a donc

$$g = \frac{fM}{r^2}\left(1 + \frac{3K}{r^2}\right). \quad (3)$$

---

(1) Séance du 26 décembre 1928.

(2) *Comptes rendus*, **187**, 1928, p. 814.

(3) Tisserand, *Mécanique céleste*, 2, p. 363.

En introduisant la valeur de r tirée de (2), il vient

$$g = \frac{fM}{r_0^2}\left(1 + \frac{K}{r_0^2}\right). \tag{4}$$

En rapprochant les équations (2) et (4) on voit que les variations relatives de r et de g, en fonction de la longitude, sont absolument les mêmes. L'assertion de Helmert [1] en est entièrement confirmée en signe et en valeur absolue.

HYDRODYNAMIQUE. — *Sur une condition nécessaire pour l'absence de pressions négatives dans un fluide parfait plan en mouvement permanent autour d'un obstacle*. Note [2] de M. **J. Kampé de Fériet**.

Considérons le mouvement plan, permanent et irrotationnel, d'un fluide parfait indéfini, autour d'un obstacle de forme donnée, avec un sillage indéfini au repos derrière l'obstacle. M. H. Villat [3] a démontré que la solution de ce problème se ramène à la recherche d'une fonction $\Omega(\zeta)$ douée des propriétés suivantes : 1° elle est régulière à l'intérieur du demi-cercle C : $|\zeta| < 1$, $\mathcal{I}(\zeta) > 0$; 2° elle reste régulière sur le diamètre de C, en tout point duquel $\mathcal{I}(\Omega) = 0$; en particulier $\Omega(0) = 0$; 3° en un point $\zeta = e^{i\sigma}$ de C, $\mathcal{R}(\Omega) = \Phi(\sigma)$, cette dernière fonction étant caractéristique du profil de l'obstacle. Toutes les circonstances du mouvement se déduisent de $\Omega(\zeta)$; en particulier on a pour la valeur V de la vitesse en un point et pour l'angle Θ qu'elle fait avec la direction du courant à l'infini (où l'on suppose $V = 1$) :

$$V = e^{\mathcal{I}(\Omega)}, \qquad \Theta = \mathcal{R}(\Omega).$$

Or $\Omega(\zeta)$ s'obtient elle-même, pour un obstacle donné, par la formule fondamentale

$$\Omega(\zeta) = \frac{1}{\pi}\int_0^\pi \frac{1-\zeta^2}{1-2\zeta\cos\sigma+\zeta^2}\,\Phi(\sigma)\,d\sigma.$$

---

(1) Helmert, *Sitzungsberichte der Königlichen Preussischen Akademie der Wissenschaften*, 41, 1915, p. 683.

(2) Séance du 26 décembre 1928.

(3) Voir, par exemple : H. Villat, *Aperçus théoriques sur la résistance des fluides* (*Coll. Scientia*) qui résume ses principaux travaux sur ce sujet; nos notations sont celles de cet ouvrage.

Mais une fonction de profil $\Phi(\sigma)$ étant donnée, une discussion délicate est ensuite nécessaire pour s'assurer que le mouvement ainsi déterminé est physiquement acceptable; notamment pour que la pression reste non négative (quelle que soit la pression, positive ou nulle, choisie arbitrairement pour le sillage au repos) il faut vérifier que $V \leq 1$ en tout point du fluide. M. H. Villat ([1]) a établi pour $\Phi(\sigma)$ toute une série de *conditions suffisantes* pour qu'il en soit ainsi; je me propose de formuler ici une *condition nécessaire*. Je la déduirai d'une proposition générale de la théorie des fonctions due à M. G. Julia ([2]). « Soit $\omega(\xi)$ une fonction régulière dans le demi-plan $\mathcal{I}(\xi) > 0$ et telle que dans ce domaine $\mathcal{I}(\omega) \geq 0$; on suppose en outre qu'elle reste régulière au point $\xi = 0$ et que $\omega(0) = 0$. On peut affirmer alors : 1° que $\omega'(0)$ est réelle et positive; 2° que l'on a dans tout le demi-plan

$$\mathcal{I}\left[\frac{1}{\omega(\xi)}\right] < \frac{1}{\omega'(0)}\mathcal{I}\left[\frac{1}{\xi}\right]. \text{ »}$$

La transformation $\xi = \frac{2\zeta}{1+\zeta^2}$ donne une représentation conforme du demi-cercle C sur le demi-plan $\mathcal{I}(\xi) > 0$; posons $\omega(\xi) = -\Omega(\zeta)$; cette fonction vérifie bien toutes les conditions du théorème précédent, *si l'on impose au mouvement la condition* $V \leq 1$. En vertu de la première partie de ce théorème on voit donc que :

Si en tout point du fluide $V \leq 1$, *on a nécessairement* $\Omega'(0) < 0$, *ce qui se traduit pour la fonction de profil par la condition nécessaire*

$$(1) \qquad \int_0^\pi \Phi(\sigma)\cos\sigma\, d\sigma < 0,$$

devant être vérifiée simultanément avec la condition

$$(2) \qquad \int_0^\pi \Phi(\sigma)\, d\sigma = 0$$

qui correspond à $\Omega(0) = 0$.

Les conditions (1) et (2) sont en particulier toujours vérifiées pour l'obstacle symétrique, caractérisé par

$$\Phi(\pi - \sigma) = -\Phi(\sigma), \qquad \Phi(\sigma) < 0 \qquad \text{pour} \qquad 0 < \sigma < \frac{\pi}{2}.$$

([1]) H. Villat, *Sur la validité des solutions de certains problèmes d'Hydrodynamique* (*Journal de Math.*, 10, 1914, p. 231.

([2]) G. Julia, *Extension nouvelle d'un lemme de Schwarz* (*Acta mathematica*, 42, 1920, p. 349).

En outre, de la deuxième partie du théorème on déduit

$$\mathcal{I}\left[\frac{1}{\Omega(\zeta)}\right] > \frac{1}{\Omega'(o)}\,\mathcal{I}\left(\zeta+\frac{1}{\zeta}\right),$$

ce qui conduit à certaines inégalités pour le champ des vitesses. En effet l'inégalité du théorème se traduit géométriquement de la manière suivante : pour tout point ζ intérieur à un cercle tangent en o à l'axe réel et de rayon arbitraire R, $\omega(\zeta)$ reste intérieure au cercle tangent en o à l'axe réel et de rayon $R\omega'(o)$. *Donc en tout point du fluide correspondant à un point* $\zeta=\rho e^{i\varphi}$ *tel que* $\left(\frac{1}{\rho}-\rho\right)\sin\varphi > \frac{1}{R}$, *on a pour la vitesse*

$$e^{R\Omega'(o)} < V < 1, \qquad |\Theta| < -\frac{1}{2}R\Omega'(o),$$

le nombre positif R étant arbitraire.

HYDRODYNAMIQUE. — *A propos du signe des pressions dans un fluide parfait.* Note [1] de M. **Henri Villat.**

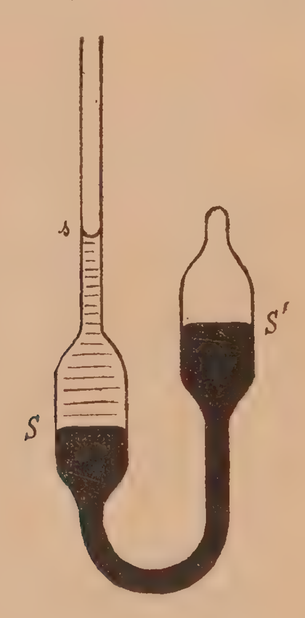
L'inégalité que M. J. Kampé de Fériet obtient d'une façon très élégante (cf. la Note ci-dessus), par l'application d'un théorème de M. G. Julia, se rattache très naturellement à une propriété déjà connue. On sait en effet que l'impossibilité des pressions négatives est intimement liée à ce fait, que les lignes de jet à l'arrière d'un obstacle solide, sont *nécessairement convexes vers le courant.* Or l'angle que fait avec Ox la vitesse le long d'une ligne de jet est égal précisément à $\Omega(\zeta)$ pour ζ réel, et le point à l'infini sur les lignes de glissement correspond à $\zeta=o$. Lorsque ζ traverse en croissant la valeur zéro, on passe du jet supérieur au jet inférieur. Il est donc nécessaire que $\Omega'(o)$ soit négatif et cela assure le sens voulu de la concavité des lignes libres *à l'infini.* Bien entendu, cette condition n'est pas suffisante pour que ces lignes soient acceptables, puisqu'en fait, la même condition doit être réalisée *tout le long de ces lignes* (cf. notamment Henri Villat, *Sur la validité des solutions de certains problèmes d'Hydrodynamique* (*Journal de Mathématiques*, 6e série, 10, 1914, p. 231-290, et notamment p. 254 et suiv.); Marcel Brillouin, *Les surfaces de glissement d'Helmholtz et la résistance des fluides* (*Annales de Chimie et de Physique*, 8e série, 23, 1911, notamment p. 171). C'est évidemment pour cette raison que la condition nécessaire

(1) Séance du 26 décembre 1928.

actuelle n'avait pas été écrite isolément ([1]). Il est d'un grand intérêt de l'avoir retrouvée directement par un procédé se rattachant, non pas à un raisonnement dont la traduction mécanique soit évidente, mais à un théorème de la théorie des fonctions.

PHYSIQUE. — *Manomètre à mercure et à huile.* Note ([2]) de M. **R. Darbord**, présentée par M. Brillouin.

On se trouve embarrassé quand on doit mesurer une pression comprise entre quelques millimètres et quelques centimètres de mercure. Le manomètre à mercure n'est plus assez précis, ni assez sensible. Il faudrait faire les lectures au cathétomètre, avec des ménisques parfaits. Théoriquement, on peut remplacer le mercure par un liquide léger, par exemple une huile



sans tension de vapeur appréciable. Seulement, la colonne d'huile ne se décolle pas quand on fait le vide ou bien il y a dégagement gazeux et, finalement, on n'a pas le vide dans la chambre barométrique.

([1]) Sous une autre forme (à cause de la différence des notations) elle ne diffère pas, par exemple, de la condition (VII') de M. Brillouin (*loc. cit.*, p. 171) si l'on y fait $\tau_1 = 0$.

([2]) Séance du 26 décembre 1928.

Le manomètre mixte représenté par la figure est rempli de mercure du côté tronqué et conserve donc, de ce côté, les avantages du manomètre à mercure, mais il possède une sensibilité plus grande, car c'est aussi un manomètre à huile.

La surface S de séparation du mercure et de l'huile et la surface libre S' du mercure sont égales et grandes par rapport à la surface s où s'applique la pression à mesurer. Les déplacements de S et S' sont donc petits par rapport aux déplacements de s et les variations de la pression sont donc compensées en grande partie par la variation de la hauteur d'huile.

Un calcul élémentaire montre que le niveau de s descend de z^{cm}, quand la pression, exprimée en centimètres de mercure, croît de

$$\Delta p = z\left[\left(1 - \frac{s}{S}\right)\frac{d}{D} + \frac{2s}{S}\right]$$

(d et D = densités de l'huile et du mercure).

Le nouveau manomètre est plus sensible que le manomètre à mercure et le rapport des sensibilités est environ

$$\left(\frac{d}{D} + \frac{2s}{S}\right).$$

Si l'on emploie de l'huile pour pompes à palettes :

$$\frac{d}{D} = \frac{0,88}{13,6} = \frac{1}{15,5}$$

et si l'on prend $S = 15s$, on obtient un manomètre à lecture directe cinq fois plus sensible qu'un manomètre à mercure. Si c'est nécessaire, on peut construire, en prenant la section S suffisamment grande par rapport à la section s, un manomètre quinze fois plus sensible que le manomètre à mercure. Il est intéressant aussi de signaler qu'avec ce manomètre mixte, on ne peut se trouver gêné par les vapeurs de mercure.

J'ai construit un manomètre mixte avec l'aide de M. A. Féry. L'appareil fut nettoyé aux vapeurs nitreuses, puis rempli de mercure, sous un vide poussé et en l'absence d'humidité. Avant de verser l'huile, il est préférable de la débarrasser de son humidité. Sinon, quand le manomètre fonctionne pour la première fois, l'huile dégage une quantité de bulles. Celles-ci ne compromettent pas le fonctionnement du manomètre, puisqu'elles ne peuvent arriver dans la chambre barométrique. On facilite le dégagement des bulles en chauffant légèrement avec une lampe à alcool.

Pour graduer le manomètre, il faut en déterminer deux points :

$p=0$, en branchant l'appareil sous un vide poussé ;
$p=5^{cm}$, par exemple, en comparant à un bon manomètre à mercure.

On trace alors des divisions égales.

ÉLECTRONIQUE. — *Sur le mécanisme de la conductibilité dissymétrique des contacts imparfaits.* Note [1] de M. **R. Audubert** et Mlle **M. Quintin**, présentée par M. Jean Perrin.

Nous avons décrit [2] les propriétés du couple silicium-charbon et montré que sa caractéristique, ainsi que celles des détecteurs à base de Ag_2S et de PbS est correctement représentée par deux branches de paraboles :

$$i=aV^2+bV \quad \text{pour } V>0\,; \qquad i=-a'V^2+bV \quad \text{pour } V<0\,;$$

a, a', b étant des constantes positives; dans beaucoup de cas, $b=0$.

On a tenté d'expliquer la dissymétrie des contacts imparfaits soit par des effets électrolytiques, soit par des phénomènes thermoélectriques, soit par des émissions électroniques. Les deux premières hypothèses n'ont jamais fourni d'interprétations entièrement satisfaisantes; la troisième rend qualitativement compte des faits, mais, jusqu'à présent, n'a conduit à aucune théorie quantitative. En ce qui concerne le silicium, ainsi que nous l'avons déjà indiqué, seul un mécanisme électronique peut être invoqué [3].

Lorsque deux corps conducteurs sont en contact parfait, les atmosphères électroniques qui les enveloppent s'interpénètrent; sous l'action d'un champ extérieur les électrons se déplacent d'un mouvement d'ensemble : le contact suit la loi d'Ohm. Si au contraire, les conducteurs sont séparés par un léger intervalle, comme Pélabon l'a montré, des effets de rectification apparaissent; dans ce cas les couches de passage ne se pénétrant plus, le flux électronique, pour une différence de potentiel donnée, est plus grand quand le corps le plus conducteur est négatif.

Dans les contacts rectifiants au silicium, en particulier dans le couple Si-C, la pellicule de silice maintient entre les deux électrodes

---

(1) Séance du 26 décembre 1928.

(2) *Comptes rendus*, **187**, 1928, p. 972.

(3) Dubar, *Comptes rendus*, **185**, 1927, p. 1023.

l'intervalle nécessaire, mais il faut admettre pour ce revêtement une structure lacunaire permettant le passage des corpuscules électrisés ([1]).

On vérifie que le courant passe plus facilement lorsque le silicium est positif, ce qui correspond bien au fait que le silicium est moins conducteur que le charbon. Mais, si l'on considère la conductibilité comme due à un déplacement électronique pur, un tel régime devrait être représenté par la loi de Maxwell, c'est-à-dire par la première portion de la courbe de saturation de l'émission thermoionique avant l'intervention de la charge spatiale. Or l'expérience ne justifie pas cette prévision puisque l'intensité varie proportionnellement au carré de la différence de potentiel. Nous allons voir que la théorie est confirmée par les résultats expérimentaux si l'on suppose que des phénomènes d'ionisation interviennent, ce qui est très vraisemblable étant donnée la présence, dans l'électrode de charbon, de gaz adsorbés ou occlus; dans ces conditions, le libre parcours moyen des électrons est petit devant l'intervalle du contact, des collisions doivent intervenir qui mettent en jeu des phénomènes d'ionisation.

Soient V la différence de potentiel entre les électrodes et ρ la densité de charge, l'équation de Poisson donne

$$\frac{d^2V}{dx^2} = -4\pi\rho.$$

En désignant par v la vitesse de déplacement des corpuscules chargés, l'intensité i est donnée par

$$i = \rho v.$$

Mais, en raison des hypothèses faites,

$$v = K\frac{dV}{dx}.$$

Les équations précédentes donnent, après intégration, en tenant compte de la condition $\frac{dV}{dx} = 0$ pour $V = 0$:

$$V = \left(\frac{32\pi l^3}{9K} i\right)^{\frac{1}{2}},$$

l étant la distance entre les électrodes.

([1]) On est conduit à supposer que la silice formée anodiquement dans une soupape électrolytique au silicium possède la même perméabilité.

D'où

$$i = \frac{9K}{32\pi l^3} V^2.$$

Le coefficient de proportionnalité est donc fonction de la mobilité. Étant donnée la présence de la pellicule de silice à la surface du silicium, il est naturel de penser que les phénomènes d'ionisation sont localisés au voisinage immédiat du charbon. Lorsque celui-ci est négatif, par exemple, K représente la mobilité des corpuscules négatifs.

Pour la polarité inverse,

$$i' = \frac{9K'}{32\pi l^3} V^2.$$

K′ représentant la mobilité des corpuscules positifs. Mais K étant beaucoup plus grand que K′, il en résulte que $i > i'$, c'est-à-dire que le courant doit passer plus facilement lorsque le charbon est négatif, ce que vérifie l'expérience.

En tenant compte d'une conductibilité ohmique $\frac{1}{r_0}$, toujours faible et même quelquefois nulle, se superposant à la conductibilité de passage, le courant total I est donné par

$$I = i + \frac{V}{r_0} = aV^2 + bV,$$

formule identique à la formule expérimentale.

L'hypothèse d'émissions électroniques accompagnées de phénomènes d'ionisation conduit donc à l'interprétation qualitative et quantitative de la dissymétrie de conductibilité des contacts imparfaits au silicium et probablement intervient aussi dans le mécanisme des détecteurs à base de Ag_2S et de PbS.

ÉLECTROMAGNÉTISME. — *Actions magnétiques longitudinales sur des faisceaux d'électrons lents* (*concentrations et dilatations périodiques*). Note [1] de M. **Jean Thibaud**, présentée par M. M. de Broglie.

Nous avons observé un curieux phénomène périodique dans la propagation d'un faisceau d'électrons lents (énergie : de 16 à 1100 volts) parallèlement aux lignes de force d'un champ magnétique. L'appareil d'étude

(1) Séance du 26 décembre 1928.

est un cylindre de bronze de 30cm de longueur et 12cm de diamètre, soigneusement évacué, portant à une de ses extrémités un « canon à électrons » permettant la production d'un faisceau délié d'électrons de vitesse bien déterminée, et à l'autre une large glace d'observation.

1. *Propriétés des faisceaux d'électrons lents.* — Dès que le vide est suffisant, on arrive à faire sortir du canon des pinceaux légèrement divergents, nettement délimités comme les faisceaux lumineux, étudiables sur 30cm de leur parcours, même pour des tensions ne dépassant pas 16 volts. En dessous de 300 volts, le faisceau, excitant une fluorescence bleuâtre des molécules gazeuses, devient visible sur la totalité de son trajet : les points d'impact sur la paroi (verre ou métal) sont aussi fluorescents que les écrans renforçateurs. Un petit cristal de sel gemme soumis à ces électrons lents, subit, dans toute sa masse, une vive fluorescence et acquiert en peu de temps une couleur brune. Il est intéressant de rapprocher ces propriétés des électrons d'une centaine de volts de celles des rayons X mous de même quantum (λ de 30 à 100 Å), doués également du pouvoir d'exciter une intense fluorescence (plaque photographique) [1]. Au-dessus de 500 volts les faisceaux d'électrons perdent ces propriétés et leur éclat disparaît.

2. *Action magnétique.* — *a.* Le faisceau d'électrons de vitesse définie $\beta = \frac{v}{c}$ est lancé suivant l'axe d'une longue bobine sans fer, placée elle-même dans le cylindre à vide et en un point quelconque du parcours rectiligne des électrons. L'établissement du champ de la bobine ne modifie guère la direction générale du faisceau, seul l'éclat de celui-ci augmente. Mais si l'on fait varier d'une manière continue, à l'aide d'un rhéostat, le courant magnétisant on constate un très beau phénomène : l'ouverture angulaire du faisceau varie périodiquement et dans de grandes proportions.

Pour des valeurs déterminées du champ, le faisceau prend l'aspect extrêmement ramassé d'un fil très mince et brillant de section sensiblement ponctuelle sur toute sa longueur (état de *concentration*). Pour des valeurs intermédiaires du champ il se présente comme un cône plein, fortement divergent, dont la section droite sur un écran est un disque (état de *dilatation*).

Cette succession d'aspects semble se répéter un nombre illimité de fois, la section du faisceau passant périodiquement de 0mm,2 à un diamètre qui peut atteindre 100mm (à 30cm de la source) : pour des vitesses β inférieures

---

[1] J. Thibaud et A. Soltan, *Comptes rendus*, 185, 1927, p. 642; et *Journal de Physique et Radium*, 8, 1927, p. 484.

à 4×10^{-2}, on a pu ainsi compter 13 concentrations successives. Ce phénomène ne dépend pas du sens du champ magnétique. Il est remarquable que l'état de concentration une fois acquis dans la traversée de la bobine persiste sur un très long parcours sans paraître influencé par les actions ultérieures : si l'on fait pénétrer un pôle conique d'électro-aimant dans l'enceinte évacuée, le faisceau montre de très beaux enroulements sur les tubes de force sans perdre son aspect filiforme. Il en est de même si, 15^{cm} après sa sortie de la bobine de concentration, le faisceau pénètre dans une seconde bobine dont le champ peut varier.

b. Pour des électrons accélérés sous des tensions différentes, il y a toujours proportionnalité entre les valeurs du champ magnétique pour lesquelles se produit soit la concentration (H_c), soit la dilatation (H_d) et la vitesse β des électrons.

c. Il y a ainsi autant de relations linéaires entre H_c (ou H_d) et β, que d'états successifs de concentration (ou de dilatation). La représentation graphique, pour les diverses vitesses, des H_c est un faisceau de droites passant par l'origine, entre lesquelles s'intercale le faisceau des droites représentatives des H_d. Dans chaque système la pente d'une droite quelconque est un multiple de celle de la première, en sorte que l'on peut exprimer les rapports des champs critiques à la vitesse par les relations générales :

$$H_c = K\left(n - \frac{1}{2}\right)\beta, \qquad H_d = Kn\beta. \tag{1}$$

En donnant au nombre n les valeurs entières successives, on représente l'ensemble des résultats d'observation.

d. Nous avons modifié l'expérience en utilisant trois bobines différentes. L'une étroite (longueur 67, diamètre 7^{mm}), constante 190 gauss par ampère; la seconde, cadre de Helmholtz, formé de deux enroulements de 75^{mm} de diamètre, offrait au faisceau un champ uniforme sur une grande largeur. La troisième bobine, de constante 1025, était destinée aux champs élevés (longueur 85, diamètre 30^{mm}). La périodicité du phénomène resta la même. Seule la constante K des relations (1) paraît varier en raison inverse de la longueur L de champ *uniforme* traversée. Dans les mesures les plus précises ($L = 6^{cm},7$) on obtient $K = 1589$, ou, en remplaçant K par la constante K′, plus générale, $K' = KL = 10.650$. Cette étude a été faite sur un grand nombre de mesures pour des champs de 2 à 450 gauss et des vitesses comprises entre $\beta = 8 \times 10^{-3}$ et $\beta = 65 \times 10^{-3}$ (électrons de 16 à 1100 volts). Nous avons établi, par des considérations classiques, une théorie de ces phénomènes.

OPTIQUE. — *Biréfringence et dichroïsme de couches minces de fer obtenues par distillation*. Note [1] de M. **Marcel Cau**, présentée par M. A. Cotton.

Dans une précédente Communication [2], j'ai indiqué que les couches de fer obtenues par distillation dans le vide d'un fil de fer chauffé électriquement sont biréfringentes et dichroïques, les lignes neutres de la lame étant respectivement parallèle et perpendiculaire au fil générateur.

Ce résultat a été vérifié avec toutes les couches étudiées, pour la zone qui se trouve au voisinage immédiat de la projection sur la lame du fil générateur (*axe* de la lame). Si l'on s'écarte de cet axe, les effets subsistent, mais deviennent plus compliqués : en particulier, les variations de la rotation R et de l'ellipticité E de la vibration émergente correspondant à un incident rectiligne sont encore représentées, en fonction de l'azimut A, par des sinusoïdes; mais elles ne sont plus concordantes, en général, et présentent un déphasage parfois considérable. L'étude de ces effets hors de l'axe est difficile, et je me bornerai à compléter les résultats antérieurs, valables pour la *zone axiale*.

1° *Signe de l'effet*. — L'axe étant d'abord parallèle à la vibration rectiligne incidente, une rotation de la lame positive et inférieure à 90° produit une rotation R positive et une ellipticité E également positive. La composante de la vibration parallèle à l'axe est donc moins absorbée que la composante normale et subit un retard relatif dans la traversée de la couche biréfringente.

Les résultats numériques indiqués précédemment en sont un exemple.

2° *Dispersion*. — Dans la région moyenne du spectre visible, seule étudiée, la dispersion est normale pour E et anormale pour R. Ce résultat est à rapprocher des dispersions analogues relatives à l'effet Faraday de ces couches de fer.

Exemple. — Une lame, d'épaisseur $68^{m\mu}$, donne comme valeurs maxima :

$\lambda = 578^{m\mu}$................	$R_m = 53',5$	$E_m = 29',6$
$\lambda = 546^{m\mu}$................	$R_m = 53',3$	$E_m = 32',9$

Pour la même lame, les rotations et ellipticités magnéto-optiques sont,

---

(1) Séance du 26 décembre 1928.

(2) *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 1293.

dans un champ de 10 kilogauss,

$$\lambda = 578^{m\mu} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad \rho = 65,0 \qquad \varepsilon = 36,5$$
$$\lambda = 546^{m\mu} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad \rho = 63,1 \qquad \varepsilon = 32,9$$

Les dispersions sont ici plus marquées.

3° L'effet augmente avec l'épaisseur du dépòt métallique, mais aucune relation nette n'a pu être établie entre ces quantités. L'effet augmente également quand le fil générateur se rapproche de la lame qui reçoit le dépôt.

4° Il est ainsi à prévoir, cet effet optique étant petit ainsi que l'effet Faraday des lames très minces de fer, que celui-ci ne sera pas notablement influencé par le premier. Effectivement l'effet Faraday, mesuré pour différents azimuts de la couche biréfringente par rapport à la vibration incidente, présente des variations de l'ordre de grandeur des erreurs possibles, explicables par la non-uniformité de l'épaisseur du métal et les fluctuations de la source lumineuse utilisée, ainsi que par le défaut de centrage et les erreurs propres des mesures polarimétriques.

5° *Effet par réflexion.* — J'ai étudié sur quelques lames le même effet par réflexion : une vibration incidente rectiligne est transformée par réflexion sur la couche de fer en une vibration elliptique d'azimut différent.

Les variations de la rotation R_1 et de l'ellipticité E_1 sont représentées, en fonction de l'azimut A, par des sinusoïdes; elles sont concordantes comme celles de R et de E; l'effet est nul lorsque l'*axe* de la lame est parallèle ou perpendiculaire à la vibration incidente; enfin les signes de R_1 et E_1 sont opposés de ceux de R et de E.

Exemple : Une série de mesures avec la lame déjà citée, d'épaisseur $68^{m\mu}$, a donné les résultats suivants :

$\lambda = 578^{m\mu}$; axe parallèle à la vibration incidente pour $A = 0$:

A^0........	0	22,5	45	67,5	90	112,5	135	157,5
R'........	+2,0	36,7	51,2	34,0	— 4,0	— 40,0	— 54,2	— 34,6
E'........	+0,3	19,9	28,7	21,4	— 0,2	— 17,0	— 28,4	— 18,9
R'_1........	1,2	8,7	13,1	9,5	+ 0,5	8,9	12,1	6,5
E'_1........	1,2	— 3,7	4,4	— 2,4	+ 0,6	4,3	4,4	1,9

Dans un champ magnétique de 10 kilogauss, l'effet Kerr se traduit, pour la même radiation (λ 578), par la rotation et l'ellipticité suivantes :

$$\rho_1 = -9',4, \qquad \varepsilon_1 = -3',1.$$

Les signes sont opposés à ceux de l'effet Faraday correspondant.

OPTIQUE. — *Polarisation elliptique produite par réflexion à la surface des solutions d'acides gras dans l'eau.* Note [1] de M. **Ch. Bouhet**, présentée par M. Cotton.

Dans une Note précédente [2], j'ai donné pour plusieurs solutions salines à des concentrations différentes la valeur de l'ellipticité produite par réflexion de la lumière polarisée rectilignement; toutes les ellipticités mesurées sont comprises entre les valeurs $+0,00038$ et $+0,00043$ très voisines de la valeur $+0,00040$ relative à l'eau. Ce fait est à rapprocher de l'existence, démontrée par Gibbs [3], d'une couche de molécules d'eau adsorbées à la surface des solutions des corps qui, comme les sels, produisent une augmentation de la tension superficielle de l'eau. Il paraissait intéressant de faire des mesures d'ellipticités sur des solutions aqueuses de corps abaissant la tension superficielle et produisant, par conséquent, à la surface de la solution une adsorption du corps dissous.

J'ai étudié la série des acides gras saturés normaux, de l'acide acétique (C^2) à l'acide myristique (C^{14}). Les mesures d'ellipticités ont le grand avantage de pouvoir s'appliquer aussi bien à l'étude des solutions, pour les premiers termes de la série, qu'à l'étude des couches monomoléculaires produites à la surface de l'eau, pour les termes élevés complètement insolubles dans l'eau.

La figure ci-après donne l'ensemble des résultats obtenus pour les premiers termes de la série [4].

L'ellipticité K, mesurée comme précédemment [5] par la méthode de Chaumont, a été portée en ordonnée; la composition de la solution a été déterminée par titrage à la soude avec la phtaléine comme indicateur; le poids d'acide pour 100^g de solution a été porté en abscisse, la température a varié entre les limites extrêmes 15° et 21°.

L'ellipticité varie pour les acides complètement miscibles à l'eau depuis la valeur $+0,00040$ relative à l'eau jusqu'à la valeur positive plus élevée relative à l'acide pur; ce fait comparé au résultat trouvé pour les solutions

---

(1) Séance du 26 décembre 1928.

(2) *Comptes rendus* 185, 1927 p. 200.

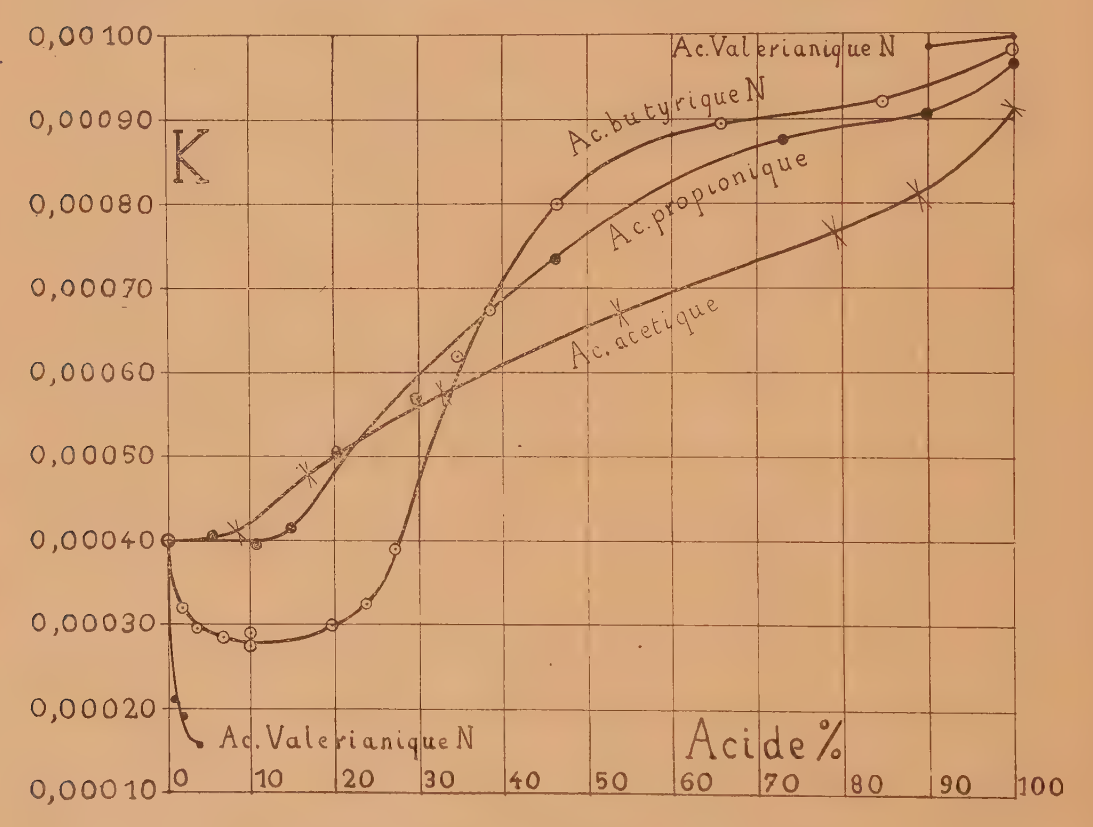
(3) Gibbs, *Scient. Papers*, 1, p. 219 et suivantes.

(4) Je n'ai malheureusement pas pu étudier l'acide formique dont les vapeurs extrêmement acides attaquent le spath en quelques secondes.

(5) *Comptes rendus*, 185, 1927, p. 53.

salines confirme l'existence d'une couche de molécules d'acide adsorbées à la surface de la solution.

L'ellipticité passe par un minimum + 0,00028 pour l'acide butyrique à la concentration 9,9 pour 100; on observe de même un minimum + 0,00016 pour la solution saturée d'acide valérianique (concentration 3,72 pour 100), minimum que l'on retrouvera pour les solutions saturées des acides plus élevés. Il convient de noter dès maintenant la diminution régulière des ellipticités minima lorsqu'on passe des acides C^3 à C^4 et C^4 à C^5.



A partir des données de Schofield et Rideal ([1]) d'une part et de Bury ([2]) d'autre part, on peut évaluer à 25×10^{-16} cm² ou 30×10^{-16} cm² l'aire occupée par chaque molécule d'acide à la surface des solutions présentant un minimum d'ellipticité; ces chiffres, en bon accord avec celui trouvé par

---

([1]) *Proc. Roy. Soc. London*, **109**, 1925, p. 57.

([2]) *Phil. Mag.*, **4**, 1927, p. 980.

Adam (1) 25×10^{-16} cm² pour les couches monomoléculaires d'acides gras insolubles, indique que, conformément à l'hypothèse de Langmuir, les molécules d'acides gras sont, pour ces solutions, orientées avec la chaîne hydrocarbonée placée perpendiculairement à la surface du liquide. Il semble, d'après l'examen des courbes donnant l'ellipticité en fonction de la concentration, que l'orientation des molécules à la surface des acides purs est complètement différente de l'orientation des molécules à la surface des solutions donnant l'ellipticité minima.

OPTIQUE. — *Sur les radiations secondaires observées dans la diffusion moléculaire de la lumière (Effet Raman).* Note (2) de M. **Pierre Daure**, présentée par M. A. Cotton.

Mes recherches sur l'effet Raman ont été poursuivies dans deux directions différentes :

1° J'ai étudié en solution quelques composés halogénés de métalloïdes et de métaux ;

2° J'ai cherché à étendre les résultats obtenus sur les chlorures des éléments des 4e et 5e colonnes de la classification périodique, aux composés hydrogénés correspondants par l'étude de l'ammoniaque et du méthane liquéfiés.

1° *Étude des solutions.* — J'ai signalé dans ma précédente Note (3) l'anomalie présentée par le bichlorure de bismuth en solution chlorhydrique.

Alors que le chlorure d'antimoine pur donne un spectre de quatre raies : *a*, B, C, D, le chlorure de bismuth dissous présente trois bandes : *a*, *c*, *d*.

Pour relier ces deux phénomènes, j'ai étudié des solutions chlorhydriques, de dilution croissante, de chlorure d'antimoine.

J'ai observé un élargissement des raies croissant avec la dilution. A partir de la dilution 50 pour 100 (en volume), la bande *a* couvre complètement la bande *b*. Le spectre observé est comparable à celui du trichlorure de bismuth dissous.

Ce résultat atteint, j'ai cherché à étudier des solutions aqueuses de sels métalliques : chlorures de magnésium et d'aluminium, bromure de calcium.

---

(1) *Proc. Roy. Soc. London*, **101**, 1922, p. 452.

(2) Séance du 26 décembre 1928.

(3) *Comptes rendus*, **187**, 1928, p. 940.

Je n'ai observé aucun effet Ramau. Ces solutions présentant une légère fluorescence, il est possible cependant qu'il existe des bandes faibles que je n'ai pas distinguées [confirmation du résultat déjà obtenu sur le chlorure de calcium ([1])].

2° *Étude de l'ammoniaque et du méthane liquéfiés :* A. *Dispositif expérimental.* — Les gaz étudiés, ammoniaque et méthane, ont été préparés purs et liquéfiés à la pression normale dans des réfrigérants appropriés, en collaboration avec M. Jaulmes.

Les réfrigérants utilisés ont été, pour l'ammoniaque, l'alcool maintenu à — 50°C. par un mélange de neige carbonique et d'acétone; pour le méthane, l'oxygène liquide commercial (— 180°C.).

Le tube à observation, de 1^{cm^2} de section, était coudé à angle droit; la partie horizontale de 5^{cm} de long, fermée par une face soufflée et remplie par le gaz liquéfié, plongeait dans un vase Dewar non argenté, contenant les réfrigérants précités.

L'image d'une lampe à vapeur de mercure en quartz (modèle Gallois) était formée sur l'axe du tube horizontal. L'observation se faisait par la face soufflée.

Malgré quelques difficultés (lumière parasite, verglas sur les parois extérieures du Dewar), faciles à éliminer à l'avenir, j'ai pu avec ce montage obtenir les résultats suivants :

B. *Résultats.* — Les spectres obtenus sont très différents entre eux et très différents des chlorures correspondants.

a. Ammoniaque. — Spectre de bandes assez larges dont les fréquences caractéristiques n_i sont en nombre d'onde au millimètre.

Intensité relative......	107 ± 2	158 ± 1	321 ± 1	330 ± 1	338 ± 1
n_i..................	1	1	10	10	10

b. Méthane. — Spectre d'une seule raie très fine, de fréquence caractéristique (mêmes unités) n_i 290,8.

c. Oxygène. — J'ai également étudié l'oxygène liquide, et n'ai observé aucune raie Raman.

Remarque. — Les indications d'intensité données pour l'ammoniaque sont relatives aux raies Raman négatives, la présence de lumière parasite m'ayant empêché d'apprécier l'intensité de la diffusion normale, qui paraît très faible aux basses températures, alors que l'effet Raman est aussi intense que celui du benzène dans les conditions normales.

([1]) *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 1833.

SPECTROSCOPIE. — *Sur la structure du spectre du troisième ordre du soufre* (S III). Note [1] de M. J. GILLES, présentée par M. A. Cotton.

Dans deux Notes présentées à l'Académie le 23 avril et le 14 mai 1928 [2], j'ai donné les multiplets de raies dérivant de la combinaison des termes quadruples de S II qui correspondent aux trajectoires $4s$, $4p$ et $4d$. Dans une Communication faite à la Société de Physique le 24 mai, j'ai indiqué que le niveau $ans^4P_{\frac{5}{2}}$, pour lequel j'avais pris d'abord la valeur conventionnelle 100000, devait être ramené à 80000 [3]. Cette valeur est très voisine de celle (78556) que Ingram a donnée dans le numéro d'août de la *Physical Review* [4], où, aux multiplets de S II que j'avais déjà établis, il en ajoutait quelques autres appartenant principalement au système de doublets.

Dans la présente Note, j'établis la plupart des niveaux de multiplicité 3 qui correspondent aux configurations électroniques $a3d$, $a4s$, $a4p$ de S III, basées sur la configuration normale (a) de l'ion S IV. Ces niveaux se déduisent des combinaisons suivantes que j'ai reconnues d'après mon relevé du spectre de S III [5] et l'étude de l'effet Zeeman des raies les plus intenses. Les huit multiplets

	$a3d^3P - a4p^3P$	$a3d^3P - a4p^3D$
$a3d^3D - a4p^3S$	$a3d^3D - a4p^3P$	$a3d^3D - a4p^3D$
$a4s^3P - a4p^3S$	$a4s^3P - a4p^3P$	$a4s^3P - a4p^3D$

sont représentés par les 40 raies classées ci-après. J'ai pris pour le terme $a4s^3P_2$ la valeur 135600.

---

(1) Séance du 26 décembre 1928.

(2) J. GILLES, *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 1109 et p. 1354.

(3) J. GILLES, *J. de Physique*, 9, 1928, p. 965.

(4) I. INGRAM, *Phys. Rev.*, 32, 1928, p. 172.

(5) Certaines de ces raies ont déjà été attribuées à S III par L. et E. Bloch.

		Intensité.			Intensité.
4527,77	$a\,3d^3\,D_2 - a\,4p^3\,D_1$	1	3838,30	$a\,4\,s^3\,P_2 - a\,4p^3\,P_2$	3,5
4499,23	$a\,3d^3\,D_1 - a\,4p^3\,D_1$	1,5	3837,75	$a\,4\,s^3\,P_1 - a\,4p^3\,P_1$	2
4478,44	$a\,3d^3\,D_3 - a\,4p^3\,D_2$	1	3831,81	$a\,4\,s^3\,P_0 - a\,4p^3\,P_1$	1,5
4467,76	$a\,3d^3\,D_2 - a\,4p^3\,D_2$	1,5	3794,65	$a\,3d^3\,D_2 - a\,4p^3\,S_1$	1
4439,86	$a\,3d^3\,D_1 - a\,4p^3\,D_2$	3	3778,83	$a\,4\,s^3\,P_1 - a\,4p^3\,P_2$	1
4418,22	$a\,4\,s^3\,P_2 - a\,4p^3\,D_1$	2	3774,61	$a\,3d^3\,D_1 - a\,4p^3\,S_1$	0
4364,77	$a\,3d^3\,D_3 - a\,4p^3\,D_3$	4	3750,84	$a\,3d^3\,P_1 - a\,4p^3\,D_1$	2
4361,57	$a\,4\,s^3\,P_2 - a\,4p^3\,D_2$	5	3748,00	$a\,3d^3\,P_0 - a\,4p^3\,D_1$	3,5
4354,58	$a\,3d^3\,D_2 - a\,4p^3\,D_3$	4	3717,83	$a\,4\,s^3\,P_2 - a\,4p^3\,S_1$	5
4340,25	$a\,4\,s^3\,P_1 - a\,4p^3\,D_1$	5	3710,45	$a\,3d^3\,P_2 - a\,4p^3\,D_2$	2
4332,69	$a\,4\,s^3\,P_0 - a\,4p^3\,D_1$	6	3709,39	$a\,3d^3\,P_1 - a\,4p^3\,D_2$	5
4285,00	$a\,4\,s^3\,P_1 - a\,4p^3\,D_2$	5	3662,03	$a\,4\,s^3\,P_1 - a\,4p^3\,S_1$	4
4253,51	$a\,4\,s^3\,P_2 - a\,4p^3\,D_3$	6	3656,72	$a\,4\,s^3\,P_0 - a\,4p^3\,S_1$	3
3985,95	$a\,3d^3\,D_1 - a\,4p^3\,P_0$	3	3632,09	$a\,3d^3\,P_2 - a\,4p^3\,D_3$	6
3983,75	$a\,3d^3\,D_2 - a\,4p^3\,P_1$	4	3387,10	$a\,3d^3\,P_1 - a\,4p^3\,P_0$	4
3961,56	$a\,3d^3\,D_1 - a\,4p^3\,P_1$	3	3370,38	$a\,3d^3\,P_2 - a\,4p^3\,P_1$	3
3928,59	$a\,3d^3\,D_3 - a\,4p^3\,P_2$	5	3369,53	$a\,3d^3\,P_1 - a\,4p^3\,P_1$	3
3920,29	$a\,3d^3\,D_2 - a\,4p^3\,P_2$	1	3367,18	$a\,3d^3\,P_0 - a\,4p^3\,P_1$	3
3899,27	$a\,4\,s^3\,P_2 - a\,4p^3\,P_1$	1	3324,83	$a\,3d^3\,P_2 - a\,4p^3\,P_2$	4
3860,69	$a\,4\,s^3\,P_1 - a\,4p^3\,P_0$	1,5	3323,97	$a\,3d^3\,P_2 - a\,4p^3\,P_1$	2

RADIOACTIVITÉ. — *Sur la mesure du dépôt actif du radium par le rayonnement γ pénétrant.* Note (¹) de Mme **Irène Curie**, présentée par M. J. Perrin.

Un certain nombre de déterminations importantes en radioactivité exigent l'évaluation du nombre de millicuries de RaC présents à un instant déterminé sur une surface activée dans le radon : on compare pour cela le rayonnement γ pénétrant du dépôt actif à celui d'un étalon de radium en équilibre avec le RaB et le RaC. La mesure est tout à fait directe si le rayonnement γ du RaC pénètre seul dans la chambre d'ionisation; mais pour réaliser cette condition, il faut supprimer le rayonnement un peu moins pénétrant du RaB en interposant une forte épaisseur de plomb, ce qui réduit beaucoup l'intensité de l'ionisation à mesurer. Si le rayonnement du RaB n'est pas complètement absorbé, il convient de faire à la mesure directe une correction, variable, au cours du temps, avec la proportion du RaB au RaC; la correction peut être évaluée

(¹) Séance du 26 décembre 1928.

si l'on connaît, par exemple, la fraction K de l'ionisation attribuable au RaB, quand le RaB et le RaC sont en équilibre radioactif, comme c'est le cas dans l'étalon du radium.

Slater [1] a déterminé K pour des épaisseurs croissantes de plomb en étudiant l'augmentation du rayonnement pénétrant d'une ampoule contenant primitivement du radon privé du dépôt actif; il m'a paru utile de contrôler ses résultats par une méthode tout à fait différente.

Une source de Ra(B + C) obtenue par activation saturée dans le radon produit simultanément des courants d'ionisation I_M et I_N dans deux chambres M et N. On mesure la différence i des courants I_N et I_M en chargeant les deux chambres de signe contraire et en réunissant les électrodes isolées au même quadrant d'un électromètre. La chambre M est celle pour laquelle on désire déterminer K; la chambre N est recouverte d'une épaisseur de plomb suffisante pour arrêter complètement le rayonnement β du RaB (plus de 27^{mm}). On règle la distance de la chambre N à la source de telle sorte que $i = I_N - I_M = 0$ à l'origine du temps quand le dépôt actif est en équilibre.

Soient B et C le nombre d'atomes des corps RaB et RaC, b et c leurs constantes radioactives, $\alpha = \frac{bB}{cC}$ le rapport du nombre d'atomes détruits. Pour $t = 0$, $\alpha = 1$, $i = 0$, et la fraction de I_M due au RaB est K par définition.

$$I_N = kCc, \qquad I_M = k[(1-K)Cc + KBb] = kCc[1 - K(1-\alpha)],$$
$$i = I_N - I_M = kCcK(1-\alpha).$$

Or

$$\frac{dC}{dt} = bB - cC = -cC(1-\alpha), \qquad 1 - \alpha = -\frac{1}{c}\,\frac{1}{I_N}\,\frac{dI_N}{dt},$$
$$i = k\frac{dc}{dt}, \qquad \frac{i}{I_N} = K(1-\alpha).$$

i croît rapidement en valeur absolue, passe par un maximum très étalé pour $t = 38'$ environ quand $\frac{dC}{dt} = 0$, puis décroît lentement, jusqu'à zéro pour $t = \infty$; $\frac{i}{I_N}$ croît continuellement de 0 (pour $\alpha = 1$) à $K\frac{b}{c} = K \times 0,735$ $\left(\text{pour } t = 0,\ \alpha = \frac{c-b}{c}\right)$. En suivant la variation de I_N et de i, on peut

---

(1) SLATER, *Phil. Mag.*, 44, 1922, p. 300.

calculer à chaque instant la valeur de $1-\alpha$ et en déduire K; la valeur de K calculée pour diverses époques doit rester constante.

Résultats expérimentaux. — La chambre M avait des parois de plomb; le rayonnement y pénétrait à travers une plaque de plomb circulaire de 15^{cm} de diamètre, d'épaisseur e; la source était placée à une distance d de la surface intérieure de cette plaque, suivant l'axe.

Exp. 1 : $d = 9^{cm}$; $e = 10^{mm}$: $K = 3,6$ pour 100.

Exp. 2 : $d = 10^{cm}$; $e = 15^{mm},2$, plus 3^{mm} de laiton : $K = 1$ pour 100.

Exp. 3 : $d = 14^{cm}$; $e = 20^{mm},5$: $K = 0,4$ pour 100.

En faisant une correction à l'épaisseur réelle du plomb pour tenir compte de l'épaisseur traversée par les rayons obliques, on constate que ces résultats sont en très bon accord avec les résultats de Slater : il ne m'a pas paru utile, dans ces conditions, d'essayer d'autres épaisseurs de plomb.

Conclusions. — Pour la valeur de K relative à des conditions déterminées d'épaisseur de plomb, on peut donc se référer à la courbe donnée par Slater. La mesure du RaC, faite par rapport à un étalon de radium ou de radon en équilibre avec le dépôt actif à évolution rapide, doit être corrigée en divisant le nombre obtenu par $1 - K(1-\alpha)$. Dans le cas du Ra(B + C) obtenu par activation saturée on a en fonction du temps d'évolution

t	0.	5^m.	10^m.	30^m.	40^m.	1^h.	$1^h\frac{1}{2}$.	∞.
$1-\alpha$	0	0,05	0,12	0,365	0,435	0,53	0,605	0,735

La correction à apporter à la mesure du RaC varie donc de 0 pour le dépôt actif en équilibre à $0,735 \times K$ pour le dépôt actif qui a atteint l'équilibre de régime. Dans les expériences où l'on attend une demi-heure pour commencer les mesures afin que le RaA soit complètement détruit la correction varie de $0,365 K$ à $0,735 \times K$.

Par exemple dans les expériences de Mme Irène Curie et M. Frédéric Joliot (1) sur le courant produit par millicurie de RaC', on avait $K = 1$ pour 100 et la correction variait au cours d'une expérience de $0,46 \times K$ à $0,67 \times K$ environ; elle était donc de 0,57 pour 100 en moyenne et sa variation au cours d'une expérience était de 2 pour 1000 du courant mesuré, donc inférieure aux erreurs expérimentales.

---

(1) Mme Irène Curie et Frédéric Joliot, *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 1722; 187, 1928, p. 43. — Dans ces expériences les conditions d'absorption du rayonnement γ_1 étaient celles de l'expérience 2 mentionnée plus haut.

GÉOLOGIE. — *Sur le Secondaire des massifs charriés subbétiques entre Moratalla et la bordure de la zone bétique.* Note [1] de M. P. FALLOT, présentée par M. Pierre Termier.

J'ai montré [2] qu'entre Nerpio et le Rio Segura la limite des massifs charriés subbétiques passe plus au Sud qu'on ne le croyait. La vaste région contiguë au Trias du bord sud-est de la Meseta apparaît entre Nerpio, Molinicos et Moratalla comme autochtone, caractérisée par un Crétacé à faciès d'Utrillas. Elle prolonge au Nord-Est la zone, reconnue en 1927 entre Cazorla, Orcera et Santiago de la Espada, où le Crétacé est déjà zoogène et comporte des marnes à *Vicarya*.

Les massifs charriés que j'ai suivis sur un front de plus de 100^{km}, des Sierras de Duda et Sagra à Calasparra, font reposer, sur cette série à faciès épicontinentaux, les formations en majeure partie bathyales du Jurassique et du Crétacé de la zone subbétique.

On doit aux beaux travaux de D. Daniel Jimenez de Cisneros des connaissances précises sur la région de Caravaca où il a décrit en détail le Lias à faciès alpin. Ailleurs, j'ai rencontré des niveaux et des faciès ignorés jusqu'ici.

Le Trias présente un type assez constant, caractérisé par son Keuper germanique à marnes rouges et à gypse. Les calcaires à pistes du Muschelkalk qui l'accompagnent localement semblent, le plus souvent, arrachés et noyés dans les marnes (B^{co} Yeseras), comme aussi des dolomies bleues et grises, d'un faciès retrouvé en place au bord de la chaîne bétique. Ailleurs (collines entre Cehegin et Calasparra-El Paraiso) ce Trias moyen est puissant.

Sur le Keuper reposent normalement, en divers points, des dolomies grises qui paraissent représenter le Lias inférieur et moyen. Au Rincon de Egea et au Col de la S^{a} de Gavilan, M. Jimenez de Cisneros a révélé l'existence de calcaires ivoirins à *Pygope Aspasia* Meneghini et *Phylloceras cylindricum* d'Orb. sp. Au second de ces gisements ce calcaire supporte un *Ammonitico rosso superiore* analogue à celui que R. Douvillé a trouvé 100^{km} plus au Nord-Ouest. Ce niveau apparaît au pied du Gavilan à l'est du B^{o} de Castillicos et y supporte des marno-calcaires gris stériles sans doute aalé-

---

(1) Séance du 26 décembre 1928.

(2) *Comptes rendus*, 187, 1928, p. 1150.

niens. Plus au Sud dans le massif de la Sierra de Pedro Ponce, on retrouve sur un Toarcien marno-calcaire l'Aalénien à *Phylloceras Gardani* Vac. et *Cœloceras longalvum* Vac., qui représente le faciès de San Vigilio.

Dans les montagnes de Caravaca, la série des calcaires noduleux ou en fausses brèches reparaît au-dessus de l'Aalénien avec le Bajocien-Bathonien à teintes lie de vin, très analogue au Dogger de Majorque. Plus au Sud dans le massif de Pedro Ponce, ce type est remplacé par des marno-calcaires à *Cadomites* et *Cancellophycus*.

Au pied du Gavilan, le Dogger passe vers le haut à une fausse brèche plus compacte et terne. Dans ses bancs supérieurs apparaissent des silex en réseau noduleux. Ailleurs, et peut-être aussi au Buître, cette masse, qui embrasse l'Oolithique moyen, paraît en partie dolomitisée. Je n'y ai pas trouvé de fossiles.

Le Tithonique présente son faciès classique dit de Cabra, selon les endroits plus clair et rosé ou plus violacé.

Cette succession de niveaux, réalisant divers types de fausse brèche, semble en partie du moins être représentée dans la Peña Rubia où je crois pouvoir mentionner des assises à *Peltoceras bicristatum* Qu., du Séquanien à *Neumayria hemipleura* Font. et peut-être le Kiméridgien, qui précèdent le Tithonique sous un faciès noduleux rouge analogue, causant des confusions.

Plus au Sud, ce faciès, comme pour le Lias, ne semble pas s'étendre dans la S[a] de Pedro Ponce. Soit au versant sud de la Selva, soit dans la Sierrecita de la Cabras (massif de l'Espuña), les seules fausses brèches que j'aie retrouvées, d'ailleurs plus compactes, ivoirines, à peine rosées, sont celles du Tithonique.

Vers Caravaca, le Crétacé est formé de Néocomien à faciès profond surtout fossilifère à la base (carapace et pied nord de la Peña Rubia), puis de marnes stériles, blanches, terminées par du Sénonien à *Rosalina*.

Sous le front du Trias charrié, dans des masses appartenant peut-être à un paquet de charriage, j'ai trouvé au pied sud de la S[a] La Puerta, l'Aptien à Orbitolines et Échinides (ravin K.5,2, route de Caravaca à Calasparra) et du Sénonien à *Pachydiscus*. Plus à l'Est, sous la dolomie charriée du San Miguel, apparaît le Gault à *Turrilites*.

Le Sénonien à *Rosalina* que, pour la partie septentrionale du domaine étudié, je ne connais qu'aux abords du Rincon de Egea et vers Jorquera, forme, par contre, une longue bande synclinale écrasée au pied sud de la Selva, impliquée vers l'Ouest dans des renversements (Madroño, Nord-Ouest de la Zarzadilla de Totana). Il est très largement étendu plus à

l'Ouest encore, au Sud et surtout au Nord, de la Sierra de Maria et du Gigante où il a été confondu jusqu'ici avec le Trias.

A cette série crétacée bathyale s'oppose dans le massif de l'España, à la limite du domaine bétique, un Gault glauconieux à Échinides et Ammonites, transgressif sur le Jurassique.

Ainsi, les terrains secondaires de la zone subbétique apparaissent dans le tronçon étudié avec un faciès bathyal, nettement différent du type épicontinental de l'avant-pays, tandis qu'au Sud, en bordure de la zone bétique, un Lias supérieur à oolite ferrugineuse, un Malm en calcaires oolithiques blancs, un Crétacé incomplet et néritique indiquent une sédimentation en eau peu profonde, peut-être le long d'une zone géanticlinale.

GÉOLOGIE. — *Sur les relations tectoniques entre le Bétique de Malaga et le Bétique de Grenade.* Note (1) de M. **Maurice Blumenthal**, présentée par M. Pierre Termier.

J'ai montré par des observations lithologiques et des coupes que la zone de Cogollos Vega représente, entre les nappes des Alpujarrides et le complexe subbétique, la continuation du Bétique malaguais (2). D'importantes conséquences tectoniques découlent de cette constatation.

Le charriage de cette zone est admirablement apparent au pied nord-ouest de la Sierra de Nivar. On y observe (La Vegueta, 2km Est-Nord-Est de Cogollos Vega) les schistes et grauwackes du Paléozoïque supérieur (Culm-Dévonien) extrêmement broyés, reposant sur la carapace de dolomies de la nappe de Lanjaron; des zones rouges de grès et conglomérats du Permo-Trias, probablement coincés en synclinaux, s'allongent dans les schistes. Le Bétique proprement dit, qui atteint dans la province de Malaga des milliers de mètres d'épaisseur, est réduit ici, dans ces couches supérieures, à quelques centaines de mètres.

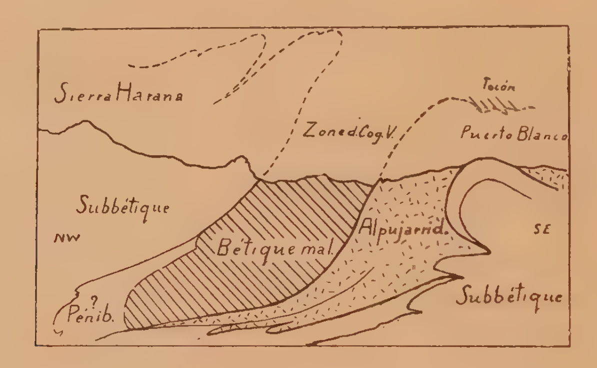
La surface de chevauchement de la base de la zone de Cogollos Vega trouve peut-être son pendant dans une surface analogue séparant ce Bétique du calcaire liasique subbétique de la Sierra Harana qui le recouvre sur toute la longueur de la zone. Des recherches détaillées sont encore nécessaires pour décider si cette superposition correspond au revêtement normal

(1) Séance du 26 décembre 1928.

(2) *Comptes rendus*, **187**, 1928, p. 1059.

du Bétique, ce qui est la conception de M. van Bemmelen, et qui ferait du Subbétique et du Pénibétique un tout unique, ou si ces deux ensembles doivent être séparés. Me basant sur des observations faites plus à l'Ouest, j'incline à voir dans la Sierra Harana plutôt un pli en retour d'un Subbétique [1] enraciné au nord de la Sierra Nevada; celle-ci s'étant encapuchonnée de telle sorte que le Bétique s. l. s'enfonce sous le Subbétique de la Sierra Harana.

Le Pénibétique, d'autre part, étant reconnu ailleurs comme représentant le revêtement du Paléozoïque de Malaga, ne saurait être supposé ici comme existant en profondeur au-dessous des unités mentionnées. Son absence dans la zone de Cogollos Vega doit s'expliquer soit par des mouvements tectoniques, soit par une lacune originelle. Les calcaires qui apparaissent en fenêtre dans les dolomies des Alpujarrides seraient à raccorder à un Subbétique peut-être autochtone ou parautochtone; leur faciès est conforme à cette interprétation; ces relations, naturellement hypothétiques, sont esquissées dans la figure ci-dessous.



La présence du Bétique de Malaga charrié sur celui de Grenade et jalonnant les Alpujarrides le long de leur bord nord fait supposer qu'une nappe de telle importance doit être représentée ailleurs par des témoins intermédiaires. Il conviendrait, à ce sujet, d'examiner si les *klippes* nombreuses de schistes cristallins (Tocón, etc.), que M. van Bemmelen a tracées sur les dolomies de la nappe de Lanjaron ne peuvent être considérées comme appartenant au Bétique de Malaga. Dans ce cas, la nappe supérieure des Alpujarrides (nappe de Guajar) à laquelle elles sont attribuées par l'au-

---

(1) M. P. Fallot s'est aussi posé cette question en donnant une section transversale de l'extrémité Est de cette chaîne subbétique.

teur cité [1] devrait être considérée comme limitée aux régions sud (Sierra de las Guájaras), ce qui serait aussi conforme à sa moindre importance plus à l'Ouest.

Les rapports du Bétique de Grenade avec celui de Malaga sont masqués par le large bassin miocène de Grenade. La connexion des unités structurales n'apparaît qu'au Sud par les Sierras Almijara et Tejeda et y laisse entrevoir que la nappe de Lanjaron renaît en un bombement allongé et important qui, affecté d'un abaissement axial rapide, disparaît vers l'Ouest sous les schistes du Bétique malaguais. A l'Ouest de la transversale de Velez Malaga règnent les plis confus et monotones de cette vaste entité; toutefois au delà du Rio Guadalhorce, le Trias à faciès alpin réapparaît, formant les arètes principales de la Serrania de Ronda. J'appellerai cet élément, homologue des Alpujarrides, les Rondaïdes.

GÉOLOGIE. — *Sur le rôle tectonique des granites et granulites du pourtour occidental du bassin houiller de Saint-Étienne.* Note [2] de **M. A. Demay**, présentée par M. Pierre Termier.

J'ai indiqué précédemment [3] dans quelles conditions le complexe tectonique cévenol, réduit d'abord à deux nappes, puis à une seule, celle de Laval ou des miscaschistes, se prolonge sur le pourtour occidental du bassin houiller de Saint-Étienne. Dans la région de Firminy, ces deux nappes reposent sur du granite qui prolonge celui des Cévennes septentrionales. A côté de ce granite sûrement autochtone et plus au Nord jusqu'à Saint-Just-sur-Loire existent des massifs granitiques et des granulites (granites à deux micas) dont le rôle tectonique est moins évident. Des recherches récentes me permettent d'apporter à cet égard des faits nouveaux qui précisent ou modifient les conclusions antérieures.

Le granite de la Gampille qui affleure au sud de Firminy entre les micaschistes et le Houiller est un granite alcalin porphyroïde, laminé ou

---

[1] P. Fallot, *Sur l'âge des plissements dans la partie Est de la chaîne subbétique* (*Comptes rendus somm. Soc. géol. France*, 4e série, 28, 1928, p. 163). — R. W. van Bemmelen, *Bijdrage tot de geologie der betische ketens in de provincie Granada* (Waltmann, Delft, 1927, p. 101).

[2] Séance du 26 décembre 1928.

[3] A. Demay, *Comptes rendus*, 187, 1928, p. 1062.

mylonitique. Il a été attribué dès 1906 par MM. Termier et Friedel [1] à une nappe charriée (nappe A) [2]. MM. Friedel et Grandjean, en 1910, réduisent le domaine de la nappe (dite alors nappe supérieure) aux deux petits massifs de la Gampille et de Cizeron [3]. Après une étude nouvelle, la position recouvrante du granite de la Gampille sur les micaschistes de la nappe de Laval me paraît évidente de trois côtés, douteuse seulement à première vue au nord-est de Saint-Ferréol, par suite d'un repli aigu de la surface de charriage, repli que j'ai observé aussi pour la surface de contact anormal sous-jacente à la base de la nappe de Laval. Par cette position anormale qui n'est certainement pas d'origine intrusive, par l'intensité des phénomènes dynamiques au contact de base, le granite de la Gampille, qui diffère pétrographiquement du granite autochtone voisin, appartient sans aucun doute à une nappe qui chevauche la nappe de Laval, c'est-à-dire la plus haute des nappes cévenoles.

Le granite de Cizeron est un granite à grain assez gros, parfois porphyroïde, qui affleure comme le granite de la Gampille en bordure du Houiller, mais bien plus au Nord, à moins de 4^{km} de Saint-Just-sur-Loire. Malgré ces analogies, il me semble appartenir au substratum autochtone. Sur la rive droite du ruisseau de Cizeron, il s'enfonce nettement sous les micaschistes de la nappe de Laval qui, près du contact, plongent vers le Nord-Ouest et le dominent topographiquement. Près du confluent du ravin de Landuzière et du ruisseau de Cizeron, il affleure à moins de 30^{m} du granite autochtone. Sur un seul point, près de Landuzière, le granite domine topographiquement les micaschistes verticaux et mylonitiques, ce qui s'explique par un pincement local de la nappe de Laval. Le granite de Cizeron apparaît ainsi sous cette nappe dans une fenêtre que ferme l'isthme étroit de Landuzière. On ne saurait retenir contre une telle interprétation la position du granite de Cizeron en bordure du Houiller, puisque non loin de là l'érosion antéstéphanienne a creusé jusqu'au granite sûrement autochtone. Quant au faciès, il peut être observé à hauteur de Roche-la-Molière en divers points dans l'Autochtone, associé au faciès normal; et c'est également le faciès du granite de Saint-Just dont nous discutons plus loin le rôle tectonique, mais dont en tout cas la position au-dessous de la nappe des micaschistes n'est pas douteuse.

---

(1) Termier et Friedel, *Comptes rendus*, 142, 1906, p. 1003.

(2) Termier et Friedel, *C. R. somm. Soc. géol. de Fr.*, 4e série, 7, 1907, p. 192.

(3) Friedel et Grandjean, *Bull. Serv. Cart. géol.*, 20, 1909-1910, p. 500.

Le granite de Saint-Just est parfois porphyroïde; sur d'autres points il est seulement plus feldspathique et de grain un peu plus gros que le granite normal de la région de Saint-Étienne. Il a été attribué par MM. Friedel et Grandjean à une nappe spéciale qui serait comprise entre « les granulites écrasées du substratum » et la nappe des micaschistes et dont il ne subsisterait aucune autre trace. Pourtant le granite, écrasé sous la nappe des micaschistes, est intact dès qu'on s'en écarte et passe progressivement à la granulite. Près de la Baraillère, il existe entre les deux termes une véritable auréole d'imbibition granulitique constituée par de la microgranulite et par des quartz. Sur le plateau de Chénieux, la granulite est étroitement mêlée au granite et injecte même au-dessus de lui les micaschistes de la nappe de Laval. Le granite de Saint-Just me semble ainsi la partie haute du substratum autochtone que traverse la granulite intrusive. Les passages mylonitiques observés par M. Friedel traduisent sans doute des décollements locaux dans le substratum.

J'ai indiqué dans des notes antérieures que les venues granulitiques des Cévennes septentrionales sont postérieures aux charriages. Sur le pourtour occidental du bassin de Saint-Étienne, il existe des traces d'écrasement dans les granulites et surtout dans des bancs d'allure granulitique intercalés au milieu des micaschistes. Pourtant ces faits m'ont paru secondaires en regard d'autres observations. Je citerai en particulier les filonnets de granulite qui, près du contact de Bruchère, traversent le granite de la nappe de la Gampille. Au microscope la granulite est intacte, sans déformation des plans de macle des plagioclases et des lamelles de muscovite, et le granite présente au contraire l'aspect d'une brèche mylonitique typique. De même près du pont de Saint-Just-sur-Loire des filons de granulite traversent le granite autochtone écrasé sous la nappe des micaschistes. A l'ouest de Firminy, la masse granulitique de la Rivorre a absorbé indifféremment le granite autochtone, la nappe de Pouyardière et les micaschistes de la nappe de Laval. On doit en conclure que s'il y a eu en certains points développement de faciès granulitiques avant les mouvements principaux, dans l'ensemble les venues granulitiques sont, ici comme dans les Cévennes, postérieures au charriage des nappes.

En résumé le granite de la Gampille appartient à une nappe qui chevauche la plus haute des nappes cévenoles. Le granite de Cizeron semble être au contraire un granite autochtone qui apparaît sous la nappe de Laval dans une fenêtre fermée par l'isthme étroit de Landuzière. Le granite de Saint-Just appartient lui aussi au substratum autochtone. Enfin,

sur le pourtour occidental du bassin houiller de Saint-Étienne, les venues granulitiques sont, dans l'ensemble, postérieures au charriage des nappes cévenoles et de la nappe de la Gampille.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Cercles de galets observés à l'île Jan Mayen.* Note [1] de M. **Louis Dangeard**, présentée par M. J. Charcot.

Les régions subarctiques, telles que l'Islande, présentent fréquemment des formes de nivation [2] qui sont dues à l'existence d'un sol profond toujours gelé et à l'alternance répétée de gels et de dégels se produisant dans les couches superficielles. Les sols plats, formés de pierres et d'argile, prennent une disposition réticulée caractéristique (sols polygonaux), dans laquelle les pierres, triées par ordre de grosseur, limitent des mailles qui sont parfois d'une étonnante régularité. On sait que ces phénomènes ont été observés également dans les montagnes [3], au voisinage de la zone des neiges éternelles.

Au cours de la dernière croisière du *Pourquoi-Pas?* (juillet-août-septembre 1928), j'ai remarqué, à l'île Jan Mayen, une curieuse disposition des galets rappelant celle que présentent les pierres des sols polygonaux.

Cette île est située au nord-est de l'Islande, par 71° de latitude. Elle possède sur sa côte Nord une lagune séparée de la mer par un large cordon littoral. Le long de cette lagune, sur une distance de plusieurs centaines de mètres, des galets basaltiques, compacts ou scoriacés, sont répartis en cercles plus ou moins réguliers ayant, en moyenne, 1^{m} de diamètre; ils ont des dimensions comprises entre celles du poing et celles de la tête; quelques-uns ont été brisés sous l'influence de la gelée. L'intérieur des cercles, légèrement déprimé, contient surtout du sable et de petites pierres.

J'ai retrouvé ces cercles de galets en plusieurs points de l'île où nous avons pu effectuer de courts débarquements : à la baie Mary Muss, au trou des Morses, à la baie du Sud; ils se produisent à la partie supérieure des cordons littoraux qui possèdent des galets partiellement enfouis dans le sable.

---

(1) Séance du 26 décembre 1928.

(2) E. de Martonne, *Traité de Géographie physique*, 4e édition, 2, p. 858.

(3) Robert Douvillé, *Sols polygonaux ou réticulés* (*La Géographie*, 31, 1916-1917, p. 241).

Les galets de la baie du Sud montrent, en outre, d'autres dispositions remarquables. Ils forment parfois des monticules arrondis, peu saillants, ayant environ $0^m,50$ de diamètre; ces petits amas réguliers, composés d'éléments de même taille, sont séparés par des zones de sable. Enfin, au voisinage du talus atteint par les grandes marées, les galets limitent des mailles, grossièrement polygonales (voir la figure), pouvant atteindre



Disposition des galets à la baie du Sud (île Jan Mayen).

2^m de diamètre; au milieu se trouve une cuvette, profonde de $0^m,50$ à 1^m, qui ne contient que du sable.

Les dispositions du sol qui viennent d'être décrites sont nettement apparentées aux formes de nivation habituelles, et le triage des éléments peut être expliqué, comme dans le cas des sols polygonaux, par l'intervention de pressions s'exerçant dans un sol hétérogène. Elles représentent donc, en quelqne sorte, un faciès particulier des sols polygonaux, faciès observé à la partie supérieure de certains cordons littoraux.

De plus, les cuvettes de la baie du Sud ont peut-être été creusées par des glaçons transportés par la mer sur le haut de la grève.

BOTANIQUE. — *Le spermatozoïde de* Cephalozia bicuspidata (*L.*) *Dum.* Note (¹) de M. G. Chalaud, présentée par M. Molliard.

Les études de Spermatogénèse chez les Hépatiques contiennent relativement peu de renseignements sur les dimensions exactes des cils et du corps du spermatozoïde adulte. A l'exception d'une indication assez générale fournie par Bolleter (1905), d'après laquelle le corps du spermatozoïde de *Fegatella* mesure de 13 à 20$^{\mu}$ et les cils une longueur double, les données que nous possédons sont assez récentes. Voici les principales :

	Corps du spermatozoïde.	Cils antérieur.	Cils postérieur.
Sphærocarpus (Ch. et R. Douin, 1917).	15 à 20$^{\mu}$	»	»
» (Rickett, 1923)...........	16 à 20$^{\mu}$	44$^{\mu}$	46,5 à 50$^{\mu}$
Fossombronia angulosa (Showalter, 1926)...	47$^{\mu}$	27$^{\mu}$	30$^{\mu}$
Fossombronia pusilla (Chalaud, 1928).......	39 à 45$^{\mu}$	32 à 40$^{\mu}$	32 à 40$^{\mu}$

Chez *Sphærocarpus* (Rickett), comme chez *Fossombronia angulosa* (Showalter) et chez *F. pusilla* (Chalaud), le cil antérieur est terminal et le cil postérieur situé à une petite distance en arrière (2$^{\mu}$,5 chez *F. pusilla*).

Si l'on compare ces trois Hépatiques relativement aux spermatozoïdes, on remarque que la plus grande (*F. angulosa*) a le corps le plus long et la plus petite (*Sphærocarpus*) le corps le plus réduit; pour les cils, c'est l'inverse. Il semblerait qu'il existe un rapport entre les dimensions du spermatozoïde et de ses cils, d'une part, et la taille de la plante, d'autre part.

Pour étudier cette question, j'ai fixé aux vapeurs osmiques et coloré à l'hématoxyline ferrique les spermatozoïdes d'une très petite Hépatique. *Cephalozia bicuspidata* (L.) Dum. Pour être certain d'obtenir les organes mâles à l'état adulte, j'ai laissé s'écouler 10 à 15 minutes avant d'exposer les préparations aux vapeurs osmiques.

En laissant de côté les spermatozoïdes incomplètement mûrs ou restés plus ou moins enroulés dans les préparations, j'ai observé que la longueur du corps de ceux qui sont mûrs varie de 42$^{\mu}$,5 à 51$^{\mu}$,5. Toutes les préparations ayant été obtenues par le même procédé et les gamètes qui ont fourni les nombres extrêmes se trouvant sous la même lamelle, on est obligé d'admettre qu'il existe, chez *Cephalozia bicuspidata*, une variation

(¹) Séance du 26 décembre 1928.

assez étendue dans la longueur du corps du spermatozoïde; cette variation serait ici égale à 9^{μ}, c'est-à-dire au $\frac{1}{5}$ de la longueur moyenne du corps.

Il n'est pas possible de noter une différence dans l'épaisseur du corps qui est uniformément de $0^{\mu},2$ à $0^{\mu},3$.

Les deux cils sont toujours d'inégale longueur, le cil postérieur surpassant le cil antérieur de $2^{\mu},5$ à 7^{μ}. Voici leurs dimensions : cil antérieur, $28^{\mu},5$ à $31^{\mu},5$ (moyenne 30^{μ}); cil postérieur, 31^{μ} à $35^{\mu},5$ (moyenne $33^{\mu},2$). Pour le cil antérieur, la plus grande variation ne dépasse pas $\frac{1}{10}$ de la longueur moyenne; pour le cil postérieur, elle peut atteindre $\frac{1}{7}$.

Le cil antérieur n'est pas parfaitement terminal; en avant de son point d'insertion se trouve une petite proéminence de $0^{\mu},2$ à $0^{\mu},5$. Le cil postérieur est inséré assez loin en arrière, à une distance variant de 3 à 5^{μ}.

Comparées aux données numériques indiquées, pour d'autres espèces, par Bolleter, Rickett, Showalter ou par moi-même, ces mesures font ressortir avec une grande netteté qu'il n'existe pas nécessairement un rapport direct ou inverse entre la taille d'une Hépatique et les dimensions du corps ou des cils de son spermatozoïde.

De plus, cette étude des organes mâles de *Cephalozia* permet de dégager les faits suivants :

1° Le point d'insertion du cil antérieur de *C. bicuspidata* se trouve à une très courte distance de l'extrémité antérieure du spermatozoïde ($0^{\mu},2$ à $0^{\mu},5$);

2° Le cil postérieur est inséré assez loin en arrière (3 à 5^{μ});

3° Le cil postérieur est toujours le plus long; il dépasse le cil antérieur de $2^{\mu},5$ à 7^{μ};

4° Le corps du spermatozoïde est plus long que les cils (comme chez *Fossombronia*);

5° La longueur de chacune des parties du spermatozoïde varie dans des limites comprises entre le $\frac{1}{10}$ et le $\frac{1}{5}$ de la partie considérée.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Origine et évolution du mannitol chez les végétaux.* Note [1] de M. **F. Obaton**, présentée par M. Molliard.

Le mannitol existe chez un grand nombre de végétaux. On le trouve aussi bien chez les Champignons que chez les Algues et les plantes supé-

---

[1] Séance du 26 décembre 1928.

rieures. Nous avons étudié son évolution chez deux végétaux différents : le *Sterigmatocystis nigra* Van Tieghem, et le Céleri (*Apium graveolens* L.) et nous indiquons dans cette Note les conclusions générales auxquelles nos recherches sur ces deux plantes nous ont amené.

Le *Sterigmatocystis* est cultivé à 35°C. sur un liquide nutritif à base d'azotate d'ammoniaque et de saccharose. On constate que sur ce milieu les mycéliums possèdent, en valeur absolue, de même que par rapport à leur poids, une quantité de mannitol qui va sans cesse en augmentant de 24 à 48 heures. Si on fait varier les conditions de la culture, en remplaçant l'azotate d'ammoniaque par le chlorhydrate, ce qui donne un liquide devenant acide, ou en maintenant le milieu à la neutralité par addition de carbonate de calcium, l'aspect de la courbe de la formation du polyol est toujours identique. Remplaçons le saccharose par le mannitol lui-même, le graphique du polyol contenu dans le mycélium ne présente pas de grandes variations. Seul le maximum atteint est plus élevé. La teneur relative au poids sec est de 18 pour 100 contre 10 et 7 sur les milieux précédents.

Le polyol diminue à partir de 48 heures et à peu près proportionnellement au temps, que la fructification se produise ou que le champignon reste stérile (milieu acide). Il est utilisé dès que le liquide n'est plus très riche en sucre. On peut donc le considérer comme une substance de réserve se formant pendant la vie très active, alors qu'il y a beaucoup de sucre dans le milieu, et disparaissant dès que cette quantité tombe au-dessous d'une certaine valeur.

A côté du mannitol existe chez le *Sterigmatocystis* un autre glucide, le tréhalose, dont l'évolution est très différente. Elle n'est pas en effet sous la dépendance directe de la richesse en carbone du milieu. Elle est conditionnée par son acidité. En liquide normal, la proportion de tréhalose augmente dès que l'acidité diminue, c'est-à-dire au début de la fructification. Si l'on cultive la moisissure sur chlorhydrate d'ammoniaque l'acidité devient très forte; le tréhalose ne se forme jamais. Sur milieu maintenu constamment neutre, l'élaboration de cette substance se fait au fur et à mesure que les filaments se développent. Par l'expérience on peut démontrer qu'il n'y a pas de rapport entre l'évolution du mannitol et celle du tréhalose.

Chez le céleri on trouve le polyol aussi bien dans les limbes que dans les pétioles et dans la racine. Il est produit par l'assimilation chlorophyllienne dans le limbe des feuilles. On peut mettre ce fait en évidence en plaçant des feuilles sur de l'eau à l'obscurité, la racine étant sectionnée au collet.

Dans ces conditions le mannitol est évacué des limbes vers les pétioles où l'on retrouve la quantité existant initialement dans les deux organes. Quand on transporte ces feuilles à la lumière on constate que le mannitol se trouvant dans les pétioles n'a pas varié, mais qu'il en est apparu dans les limbes une quantité nouvelle qui mesure la production dans le temps et les conditions de l'expérience. Les limbes élaborent donc le polyol, les pétioles sont des lieux de passage et d'accumulation momentanée, la racine constitue le réservoir définitif pour cette substance. Le mannitol est surtout formé au début de la première année de la végétation, c'est-à-dire au moment où l'assimilation chlorophyllienne est la plus intense. Rappelons que chez le *Sterigmatocystis* il est élaboré quand la nutrition carbonée est très active.

Il y a en outre, dans toutes les parties de la plante et spécialement dans la racine, du saccharose qui augmente surtout dans cet organe pendant l'hiver, c'est-à-dire au moment où l'assimilation chlorophyllienne est très restreinte. Il y a encore là un rapprochement à faire avec le tréhalose qui chez le *Sterigmatocystis* s'élabore indépendamment de la quantité de carbone actuellement présente dans le liquide. Pendant l'utilisation du saccharose, au cours de la seconde année du céleri, on remarque qu'à partir d'un certain seuil, le polyol disparaît à son tour. Quand on cultive la moisissure sur un mélange de mannitol et de saccharose on retrouve le même seuil.

En résumé, après avoir étudié l'évolution du mannitol chez deux plantes aussi différentes que le *Sterigmatocystis* et le céleri, on peut admettre qu'il s'agit d'une substance de réserve; le polyol nous apparaît comme jouant le même rôle que le saccharose et le tréhalose en particulier, mais sa formation ne semble pas être en rapport direct avec ces derniers.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Protéolyse et protéogénèse chez les plantes ligneuses au début de la période active de végétation.* Note [1] de MM. **R. Combes** et **M. Piney**, présentée par M. M. Molliard.

L'étude des variations quantitatives que subissent les substances azotées dans les différents organes d'une plante ligneuse a permis de préciser l'importance et les limites de la migration azotée qui a lieu, au début de la période active de végétation, des tiges et des racines vers les jeunes feuilles

(1) Séance du 26 décembre 1928.

en voie de croissance ([1]). Il nous a paru utile de compléter ces premières données en déterminant comment varient, au cours de cette période, d'une part les substances azotées de nature protéique, et d'autre part, les substances azotées solubles.

La séparation des deux groupes de corps a été réalisée, chez le Hêtre jeune, par l'action à froid, sur les organes finement pulvérisés, de l'acide trichloracétique à 10 pour 100. A chaque récolte — tous les mois — quarante plantes étaient traitées, les dosages portant séparément sur les feuilles, les tiges et les racines.

Dans le tableau ci-dessous se trouvent réunis les résultats de ces dosages, exprimés en milligrammes, et rapportés à 100^g de substance sèche, ainsi que les valeurs des rapports de l'azote protéique à l'azote soluble qu'ils ont permis de calculer.

		Déc.	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juil.
Feuille	Az. prot...	–	–	–	1512([2])	2492	2045	1807	1918
	Az. sol...	–	–	–	344([2])	286	135	73	85
	Rapport..	–	–	–	**4,39**([2])	**8,70**	**15,06**	**24,64**	**22,36**
Tige	Az. prot...	888	934	818	796	691	638	505	520
	Az. sol...	260	271	295	403	193	96	60	79
	Rapport..	**3,41**	**3,44**	**2,76**	**1,97**	**3,57**	**6,64**	**8,41**	**6,55**
Racine	Az. prot...	652	761	673	670	594	563	466	450
	Az. sol...	227	260	262	399	188	192	67	86
	Rapport..	**2,86**	**2,92**	**2,57**	**1,68**	**3,16**	**5,17**	**6,94**	**5,20**

L'examen de ces variations des deux formes de substances azotées, compte tenu des variations qu'éprouve parallèlement la substance sèche ([3]), conduit aux déductions suivantes :

1° Au milieu de l'hiver, en février, la baisse du rapport de l'azote protéique à l'azote soluble, dans la tige et dans la racine, traduit le début d'une protéolyse qui se poursuit au cours du mois de mars.

2° Dès l'ouverture des bourgeons, en avril, ce rapport augmente brusquement dans tous les organes, et l'augmentation continue jusqu'en juin. Pendant le mois d'avril, en même temps que de petites quantités de substances azotées sont absorbées dans le sol (l'azote total augmente en effet

---

([1]) R. Combes, *Annales de Physiologie et de Physico-chimie biologique*, 3, 1927, p. 333.

([2]) Les bourgeons se sont ouverts en avril; ce résultat est donc relatif aux jeunes feuilles enfermées dans les bourgeons encore clos.

([3]) R. Combes, *loc. cit.*, p. 349.

légèrement dans l'ensemble de la plante), une part importante des matériaux contenus dans les organes vivaces passe dans les feuilles en voie de croissance ; la hausse rapide du rapport chez les feuilles met donc en évidence, dans ces organes, une protéogénèse intense qui utilise activement l'azote venant des organes pérennants. La tige et la racine perdant au profit des feuilles, à la fois des substances protéiques et des substances azotées solubles, il faut en conclure que la protéolyse s'y poursuit pendant l'épanouissement des feuilles ; la hausse du rapport de l'azote protéique à l'azote soluble provient ici de ce que l'émigration de l'azote soluble est plus rapide que ne l'est l'hydrolyse des protéides.

3° En mai se produit une légère diminution des substances azotées dans tous les organes ; l'ensemble de la plante perd de l'azote [1], la perte portant en grande partie sur l'azote protéique ; les phénomènes de protéolyse dominent donc ceux de protéogénèse dans la racine, la tige et les feuilles.

4° En juin une baisse de la proportion de l'azote total a lieu dans les divers organes ; elle doit être attribuée à ce que la photosynthèse, alors en pleine activité, enrichit rapidement les tissus en glucides. L'augmentation du rapport de l'azote protéique à l'azote soluble montre qu'à ce moment la protéogénèse l'emporte sur la protéolyse, tout au moins dans la feuille et la tige. Il en va de même en juillet, puisque la proportion d'azote protéique croît en même temps que les plantes augmentent de poids ; la baisse légère que marquent à ce moment les rapports de l'azote protéique à l'azote soluble indique seulement que la protéogénèse n'utilise pas l'azote soluble aussi vite qu'il arrive dans les organes.

Par conséquent, dans les tiges et dans les racines, au milieu de l'hiver, en février, au moment où les arbres paraissent être en période de repos, et deux mois avant que l'ouverture des bourgeons ne marque extérieurement l'entrée en vie active, commence une protéolyse qui se poursuit jusqu'en mai ; le phénomène s'atténue alors, puis c'est au contraire la protéogénèse qui l'emporte jusqu'en juillet. Dans les feuilles, une protéogénèse intense commence dès l'ouverture des bourgeons, et se continue pendant toute la durée de la croissance de ces organes, jusqu'en mai ; un arrêt semble alors se produire, et les phénomènes de protéolyse deviennent même dominants ; la protéogénèse reprend ensuite son activité et l'emporte à nouveau sur la protéolyse jusqu'en juillet.

---

(1) R. Combes, *loc. cit.*, p. 351.

GÉNÉTIQUE. — *Nouvelles recherches sur le nombre des chromosomes chez les hybrides des Iris des jardins* (Iris germanica *Hort.*). Note [1] de M. **Marc Simonet**, présentée par M. Molliard.

Nous avons signalé [2] qu'il existait chez les Iris des Jardins (*Iris germanica* Hort.) des espèces tétraploïdes et des hybrides tétraploïdes, triploïdes, hypotriploïdes. Les espèces diploïdes ont $n = 12$ et $2n = 24$, ce sont les types anciens tels que : *Iris pallida* Lam., *Iris variegata* L., *Iris florentina* L., etc. Les espèces tétraploïdes ayant $n = 24$ et $2n = 48$ sont les *Iris cypriana* Foster et Baker., *Iris trojona* A. Kern., *Iris macrantha* Hort. (Amas), toutes à grandes fleurs, d'introduction récente et d'origine orientale. Nous avons signalé que toutes ces espèces ont été croisées entre elles et ont donné naissance, depuis le début du XXe siècle, à des hybrides intéressants pour la plupart à grandes fleurs. Leur étude cytologique nous avait permis de découvrir un hybride tétraploïde (Ambassadeur), un hybride triploïde (Ballerine) et un hybride hypotriploïde (Alliés).

La présente Note a surtout pour objet de faire connaître le nombre diploïde de chromosomes chez un certain nombre d'*Iris germanica* Hort., à très grandes fleurs.

Signalons tout d'abord que nous avons découvert un hybride hyperpentaploïde; la variété « Magnifica » (Vilmorin 1914) possède, en effet, $2n = 62$ (*l'hybride pentaploïde aurait normalement* $2n = 60$).

Nous avons également trouvé plusieurs hybrides hypertétraploïdes. Les variétés « Dominion » (Bliss 1917), « Alhambra » (Vilmorin 1907) et « Lent A. Williamson » (Williamson 1916) ont $2n = 50$. Dans notre précédente Note nous avions signalé la variété « Ambassadeur » (Vilmorin 1915) comme ayant $2n = 48 — 50$; de nouvelles observations nous permettent d'affirmer aujourd'hui que cette variété a exactement $2n = 50$. La variété « Shelford Chieftain » (Foster 1909) est encore un hybride hypertétraploïde avec $2n = 49$.

Deux hybrides tétraploïdes ont été découverts. Ce sont les variétés « Tamerlan (Vilmorin 1904) et « Alcazar » (Vilmorin 1909) qui ont toutes deux $2n = 48$.

Nous avons aussi observé un hybride hypotétraploïde en la variété « Souvenir de Madame Gaudichau » (Millet 1914) qui possède $2n = 47$.

---

[1] Séance du 26 décembre 1928.

[2] *Comptes rendus*, **187**, 1928, p. 840.

Parmi les hybrides triploïdes susceptibles d'exister nous avons déjà signalé la variété « Ballerine » (Vilmorin 1910); « Isoline » (Vilmorin 1904) se trouve avoir également $2n = 36$.

Nous n'avons pas découvert de nouvel hybride hypotriploïde. Précisons que la variété « Alliés » (Vilmorin 1920) a exactement $2n = 35$.

La présence d'hybrides hypertétraploïdes, hypotétraploïdes et hypotriploïdes provient très vraisemblablement de ce que ces plantes donnent, par suite de leur état hybride, des gamètes ♀ et ♂ ayant un nombre variable de chromosomes en raison d'irrégularités dans les mitoses hétérotypiques et homéotypiques, lors de la formation des cellules sexuelles. L'étude des caryocinèses de réduction nous montrera très probablement des anomalies; d'ailleurs Longley ([1]) a, tout récemment, signalé la présence de deux chromosomes surnuméraires chez la variété « Jacquesiana ».

L'existence d'un hybride hyperpentaploïde est extrêmement intéressante. Sa formation suppose très vraisemblablement la conjugaison d'un gamète hypertétraploïde avec un gamète haploïde; $n = 50 + n = 12$ donneraient en effet un hybride possédant bien $2n = 62$. L'existence de ce gamète hypertétraploïde peut avoir plusieurs origines. L'hypothèse la plus intéressante paraît celle qui supposerait les hybrides tétraploïdes susceptibles de donner en dehors de leurs gamètes diploïdes à $n = 24$ des gamètes tétraploïdes à $n = 48$, soit par duplicature de leurs chromosomes, soit par manque de réduction. Ce fait est déjà connu chez les hybrides. Roger de Vilmorin et moi ([2]) avons signalé ce fait chez certaines variétés de pommes de terre. D'autre part, les hybrides pentaploïdes de *Raphanus × Brassica* de Karpechenko ([3]) n'auraient pas d'autre origine.

De toute façon, cette apparition d'une forme pentaploïde anormale permet d'envisager d'autres combinaisons caryologiques susceptibles d'être retrouvées ou créées, si toutefois celles-ci sont viables. Ceci est surtout important chez les Iris où le nombre des chromosomes est en rapport direct avec le gigantisme floral de la plante. La variété « Magnifica » est en effet la variété horticole ayant les plus grandes fleurs.

En terminant, signalons la présence constante de satellites dans les méta-

---

([1]) E. Longley, *Bull. of the Am. Iris Soc.* n° 29, 1928, p. 43-49.

([2]) R. de Vilmorin et M. Simonet, *Verhand. des Intern. Congresses für Vererbungs*, 2, Berlin, 1927, p. 1520-1536.

([3]) D. Karpechenko, *Bull. of App. Bot. of Genet. and plant Breed.*, 17, 1927, p. 305-410.

phases somatiques de ces Iris. Leur nombre est différent suivant les variétés. Ainsi il y en a deux dans « Ambassadeur » et cinq chez « Lent. A. Williamson ».

GÉOGRAPHIE BOTANIQUE. — *Sur la dégradation des sols tropicaux causée par les feux de brousse et sur les formations végétales régressives qui en sont la conséquence*. Note (¹) de M. **Aug. Chevalier**, présentée par M. L. Mangin.

J'ai montré dans une précédente Note comment, dans la plupart des régions tropicales du globe, et spécialement au Brésil, l'homme amène peu à peu la substitution à la forêt dense tropicale des *campos* (prairies) et des *cerrados* (forêts basses xérophiles). Il établit sur l'emplacement de la forêt défrichée des cultures temporaires qui sont bientôt envahies par l'*Imperata*, dont les parties aériennes desséchées sont consumées chaque année par les feux de brousse.

Cette graminée n'est pas la seule plante inflammable qui s'installe sur l'emplacement des forêts tropicales après la destruction de celles-ci.

A. de Saint-Hilaire est sans doute le premier naturaliste qui ait compris le rôle des feux de brousse dans la dégradation du tapis végétal et qui ait montré que les incendies d'herbes substituaient par étapes successives la maigre prairie des campos à la forêt primitive.

I. Dans le sud-est du Brésil, après le défrichement et l'abandon des cultures, se développent dans les terres non encore épuisées les *Imperata*, dans les terres médiocres et peu acides le *Tricholæna rosea* ou le *Melinis minutiflora*, graminées importées d'Afrique tropicale, dans les terres très acides ayant l'apparence de nos landes, le *Pteridium aquilinum* (c'est le *Pteris caudata* de Saint-Hilaire). Toutes ces espèces sont des envahisseurs peu exigeants qui ne s'installent jamais que sur les places libres. Quelques espèces autochtones vivent au milieu des envahisseurs, mais en colonies peu prospères.

II. Si le feu de brousse (le feu sauvage, suivant l'expression de Perrier de la Bâthie) continue à sévir les espèces que nous venons de citer, disparaissent progressivement; elles sont remplacées par des pyrophytes (pour la plupart pantropiques), dont la partie aérienne brûle chaque année et qui s'accommodent du sol dégradé, cuit à la surface et transformé en latérite. Ces plantes sont pour la plupart des graminées vivaces, aux souches

(¹) Séance du 26 décembre 1928.

en saillie sur le sol et aux chaumes durs (*Andropogon*, *Heteropogon* et *Cymboyogon*). Il s'y mêle aussi, suivant la nature du sol, certaines espèces autochtones qui, sous l'action du feu, changent de port, restent naines et fleurissent à contre-saison, constituant de véritables races saisonnières pyrophytes. C'est la flore des *queimadas* si bien décrite il y a un siècle, par A. de Saint-Hilaire.

Nous avons rencontré une flore tout à fait homologue dans les pays dévastés par le feu de brousse en Afrique tropicale et en Indochine, et Perrier de la Bâthie ainsi que H. Humbert ont signalé une végétation semblable à Madagascar.

La brousse d'arbustes bas xérophytes incendiés annuellement qu'on observe dans l'Amérique du Sud, dans l'Afrique et l'Asie tropicales offre aussi la plus grande analogie dans ces divers pays.

III. Le feu sauvage continuant à sévir chaque année, au cours de la saison sèche, soit sur les campos, soit sur la brousse xérophyte, amène une dégradation de plus en plus grande du sol. Il devient très dur à la surface et parfois se fendille ; sa latéritisation est accélérée. Au moment de la saison des pluies, si le sol est en pente, l'eau coule dans les fentes et les ravins, la surface est décapée et les dernières traces de terre végétale sont entraînées ; une latérite stérile, entièrement lessivée est mise à nu.

Les plantes du campos qui ont survécu jusqu'à ce moment sont affamées et succombent à la saison sèche. Toutefois un groupe de plante appartenant à la famille des Graminées arrive à s'accomoder de ces conditions si défavorables en retenant un peu d'humus à la base en saillie. Ce sont les *Aristida*. Au Brésil l'*Aristida pallens* Cav. ou *Barba de Bodé* est le seul végétal qui subsiste dans les campos les plus dégradés.

Pour Madagascar, Perrier de la Bâthie a signalé que l'*Aristida similis* dans le domaine central, et l'*A. rufescens* dans le domaine occidental marquent aussi le stade final de la dégradation des prairies. Les touffes des *Aristida* sont souvent espacées et le feu ne peut plus se propager dans les steppes qu'elles forment.

Enfin en Afrique occidentale dans les endroits où l'argile latéritique ellemême a été entraînée par l'érosion et où n'a persisté que la cuirasse de conglomérat ferrugineux dénudée décrite par A. Lacroix, aucune végétation ne subsiste, sauf dans les fentes de la cuirasse.

Les lichens et les mousses font longtemps défaut sur ce conglomérat ; de place en place seulement s'élèvent sur la roche d'origine latéritique des Cypéracées caulescentes (*Eriospora pilosa* et *Microdracides squarrosus*) fixées étroitement à la roche, dont les tiges sont garnies d'un épais revêtement de gaînes de feuilles mortes. Ces

plantes vivent sur la roche à la manière des plantes épiphytes et peu à peu elles se garnissent à la base d'une motte d'humus qui hébergera par la suite d'autres plantes. C'est ainsi que se reconstitue une mince couche de sol humique à la surface des tables ferrugineuses de la Guinée française.

Un manteau de terre végétale, parfois épais de plusieurs décimètres (dans le Haut-Chari par exemple) peut arriver au bout de plusieurs siècles à recouvrir la cuirasse latéritique.

CYTOLOGIE. — *Sur les cellules vésiculeuses chez l'*Anomia ephippium. Note [1] de M. **Louis Semichon**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

J'ai rencontré chez cette espèce une forme de cellules vésiculeuses (dites de Langer), renfermant des inclusions albuminoïdes très consistantes fortement réfringentes et rappelant par leur aspect des granulations vitellines. Le cytoplasme est réparti en une mince couche périphérique et en tractus minces parcourant l'intérieur de la vésicule. Les cellules vésiculeuses sont disposées en amas de contour plus ou moins arrondi, formant des groupes assez bien délimités les uns des autres, tandis que les cellules qu'ils contiennent sont tellement appliquées les unes contre les autres que la limite de chacune d'elles est souvent difficile à reconnaître.

C'est surtout dans le manteau que les cellules vésiculeuses sont abondantes, entre les ramifications de l'ovaire et du testicule, mais aussi autour de l'hépatopancréas et des muscles adducteurs.

Ailleurs elles forment des groupes plus petits plus ou moins espacés au milieu du tissu conjonctif. Le contour des groupes est toujours plus ou moins arrondi.

Les inclusions albuminoïdes n'ont pas une forme invariable. Rarement elles se présentent sous l'état sphérique ou sous la forme d'un ovoïde régulier, le plus souvent leur contour est plus ou moins dissymétrique et leurs dimensions supérieures à celles des noyaux des cellules qui les contiennent. Dans chaque cellule, elles sont en petit nombre. Par leur aspect et leur grande réfringence elles ressemblent à des produits de réserve que l'on trouve soit dans le vitellus d'un grand nombre d'œufs, soit dans le corps adipeux des insectes. Elles s'en rapprochent aussi par leurs affinités pour les colorants. Vis-à-vis des colorants les inclusions ne

(1) Séance du 26 décembre 1928.

peuvent être considérées comme de simples éosinophiles. Elles se colorent très bien par la safranine, et parmi les colorants acides, elles retiennent électivement des colorants nitrés tels que l'aurantia et le jaune Victoria même lorsque ces derniers se trouvent, en solution aqueuse, au millième associés à un autre colorant acide au deux-centième. Dans le mélange d'aurantia et d'éosine suivant ces proportions c'est l'aurantia qui reste fixée sur les inclusions après lavage à l'alcool et montage au baume ou à la résine Dammar.

La présence d'inclusions albuminoïdes volumineuses dans les cellules vésiculeuses de l'*Anomia ephippium* L semble être en rapport avec une particularité biologique de ce mollusque. Car je n'ai rien rencontré de semblable chez les autres lamellibranches examinés comparativement : Huîtres, Moules, *Cardium*, *Venus*, *Dosinia*, fixés de la même façon, et soumis à l'action des mêmes solutions colorantes.

Dans ces divers Mollusques, les granulations que j'ai pu voir dans les cellules vésiculeuses étaient toujours très petites quand parfois j'en ai rencontré qui semblaient analogues.

ANATOMIE. — *Sur les organes sensoriels palléaux de* Rostanga coccinea *Forbes*. Note (1) de M. **Alphonse Labbé**, présentée par M. L. Joubin.

La partie dorsale du manteau du Doridien *Rostanga coccinea* Forbes est recouverte de petits tubercules que les auteurs ont décrits comme de simples papilles coniques. En réalité ce sont des organes sensoriels complexes, mobiles, dont nous ne connaissons pas d'équivalents dans le règne animal, et que, par suite de leur ressemblance avec des clous de girofle, je dénommerai *caryophillidie* (de καρυοφύλλον, *clou de girofle*) (2).

Ces organes émergent d'environ 300-400$^{\mu}$ au-dessus de l'épithélium palléal, mais se continuent dans l'intérieur du manteau d'une quantité à peu près égale. Ils sont écartés les uns des autres d'environ 300$^{\mu}$, et disposés d'une façon assez régulière. Chacun d'eux a l'aspect d'une pyramide à sommet inférieur inclus dans les tissus sous-jacents et dont le polygone de

(1) Séance du 26 décembre 1928.

(2) Mac Farland donne de ces organes une indication brève, mais erronée, sans figure, et se rapportant à *Rostanga pulchra* Mac Farland [*Opistobranchiate Mollusca from Monteray Bay, California* (*Proc. biol. Soc. Washington*, 17, 1905, p. 37)].

base se creuse en une coupe dont la cavité renferme un gros bouton sphérique épithélial, en rapport avec un nerf.

Le squelette de ce curieux appareil est formé de six ou sept longs et gros spicules calcaires, en bâtonnets irrégulièrement fusiformes écartés à la partie inférieure, ou *base*, à la façon des baleines d'un parapluie demi-fermé. A la base, les spicules rapprochés sont englobés dans une substance fondamentale conjonctive qui part de chaque spicule pour se réunir au centre comme une étoile à six ou sept branches. Dans les intervalles des gros spicules, sont des spicules plus petits transversaux ou obliques. Enfin des fibres musculaires lisses, les unes internes à l'appareil, les autres externes, viennent s'attacher sur lui et le rendent mobile et rétractile. Cette base compliquée a quelque analogie avec la lanterne d'Aristote des Oursins réguliers.

Tout l'appareil est recouvert par l'épiderme qui se continue dans la coupe formée par l'écartement distal des spicules. L'intérieur de la caryophillidie est constitué par du tissu conjonctif dont la trame est formée de fibroblastes fusiformes et étoilés, avec fibrilles conjonctives intracellulaires et intercellulaires qui se ramifient et s'anastomosent entre elles.

Enfin, au centre de la coupe, le bouton épithélial hémisphérique est formé par une couche de grosses cellules cylindriques non ciliées dont certaines sont des cellules glandulaires à granulations cyanophiles ou éosinophiles, les autres renferment des bâtonnets analogues aux *rhabdites* des Turbellariés. Le centre du bouton est comblé par d'autres cellules semblables. A sa base, se trouve un gros nerf qui occupe le centre de la caryophillidie, et qui envoie des terminaisons dendritiques dans les cellules épithéliales du bouton.

Quel est le rôle de cet appareil curieux et compliqué? Nous l'ignorons. Nous noterons cependant que, dans le bouton sensoriel, il y a du pigment rouge garance, semblable à celui qui colore tout le manteau, mais aussi du pigment noir; bien qu'il n'y ait aucune trace d'appareil réfringent, on pourrait penser à un œil rudimentaire, voisin des yeux papillaires des Oncidiadés. D'autre part la présence de rhabdites indique peut-être une parenté avec les sacs cnidophores des Eolidiens.

L'étude comparée des appendices palléaux d'autres Nudibranches holohépaticés nous permettra peut-être de résoudre cette question. Cependant, les Doridiens que nous avons pu étudier jusqu'ici, n'ont présenté aucun organe spécial, sauf peut-être *Triopa claviger* Müller, chez lequel cependant l'organe terminal des papilles n'est pas comparable à une caryophillidie.

D'après une brève indication de Vayssière ([1]), il est possible que les tubercules dorsaux de *Jorunna Johnstoni* Ald. et Hanc. se rapprochent de ceux des *Rostanga*.

HISTOLOGIE. — *Passage de cellules hypophysaires dans le liquide céphalo-rachidien de la cavité infundibulaire.* Note de M. **Remy Collin.**

On sait qu'une partie notable de la substance colloïde qui résulte de la forme holocrine massive ou élémentaire des cellules hypophysaires est excrétée dans la substance nerveuse de l'appareil tubéro-infundibulo-pituitaire. En montrant, en 1924 et les années suivantes, la migration des formations colloïdes dans l'épaisseur de la paroi infundibulaire (constituée par des fibres nerveuses amyéliniques) et leur progression vers les noyaux neuroniques du *tuber cinereum*, j'ai posé la question de la *neurocrinie hypophysaire* ([2]). Mais une partie de la colloïde passe aussi dans le liquide céphalorachidien par la cavité infundibulaire. J'ai vérifié, en 1926, ce fait énoncé pour la première fois en 1908 par l'histologiste Hering et auquel les expériences de Cushing et Gœtsch, Carlson et Martin, Dixon et Trendelenburg, Janossy et Horwath, Mestrezat et Van Caulaert donnent une importante signification physiologique.

En reprenant récemment l'étude du complexe hypophysaire chez le Chat, j'ai eu l'occasion de faire de nouvelles observations d'où il résulte que ce sont non seulement des produits colloïdes qui passent dans la cavité infundibulaire (*recessus infundibuli*), mais des cellules hypophysaires entières, sinon intactes.

Le complexe hypophysaire du Chat comporte un lobe nerveux, massif enveloppé par la *pars intermedia*. Celle-ci est constituée par plusieurs assises de cellules chromophobes, de forme polyédrique, mesurant environ 10$^{\mu}$ de diamètre. La *pars intermedia*, limitée en dehors par la fente hypophysaire, est très étroitement appliquée sur la surface du lobe nerveux dans l'épaisseur duquel elle émet des bourgeons qui correspondent aux festons palléaux de Soyer. Les éléments de la *pars intermedia*, faiblement

---

([1]) A. Vayssière, *Recherches sur les Mollusques Opisthobranches du Golfe de Marseille* (*Ann. Museum Marseille*, 6, 1900-1901, p. 32, pl. III, fig. 24 *bis*).

([2]) *La neurocrinie hypophysaire* (*Archives de Morphologie générale et expérimentale*, fasc. 28, Paris, Doin, 1928, p. 55 et suiv.).

colorables, ont un cytoplasma lâche, renfermant des granulations pâles et quelques mitochondries éparses, et un noyau vésiculeux, pauvre en chromatine, renfermant un nucléole acidophile. Ces cellules dégénèrent sans cesse soit isolément, soit par placards; leur cytoplasma devient trouble et plus fortement colorable, le noyau devient pycnotique; dimensions à part, ces éléments dégénérants de la *pars intermedia* sont superposables aux cellules hypercyanophiles de la *pars anterior*. Finalement, ils se transforment en gouttes de colloïde qu'on peut suivre dans l'épaisseur du lobe nerveux. Ces gouttes franchissent à un moment donné la barrière épendymaire et se dissolvent rapidement dans le liquide céphalo-rachidien ou bien poursuivent leur migration dans l'épaisseur de la paroi infundibulaire.

Il arrive aussi que, sans dégénérer d'abord, des îlots de cellules détachées de la *pars intermedia* arrivent jusqu'au voisinage de la cavité infundibulaire en suivant de préférence les gaines périvasculaires ou les trajets tracés par les tiges des spongioblastes. Chez le Chat, le fond du *recessus infundibuli* n'est pas régulier, mais s'épanouit en évaginations digitiformes minces qui s'enfoncent assez loin dans le lobe nerveux. Au niveau de ces digitations, la barrière épendymaire se trouve refoulée localement par des îlots de cellules hypophysaires et ses éléments épithéliaux s'écartent et s'entassent de chaque côté d'un îlot en lui ménageant un passage.

A la faveur de ces solutions de continuité absolument normales, passagères et indépendantes de tout artefact, les îlots détachés de la *pars intermedia* pénètrent dans le fond du *recessus infundibuli* où ils dégénèrent sans passer par le stade de condensation cytoplasmique et de pycnose nucléaire, mais, semble-t-il, suivant le mode de nécrobiose granuleuse ou plasmarrhexis. Dans un cas, les cellules glandulaires intra-infundibulaires ont été suivies sur 26 coupes en série de 5^{μ} d'épaisseur. Ces éléments avaient conservé leurs caractéristiques structurales, mais les parties périphériques de leur cytoplasma montraient un début d'effritement en granulations grossières semblables à celles où baignait l'îlot lui-même. Dans le même cas, une des digitations du *recessus infundibuli*, voisine de celle qui abritait l'îlot cellulaire, était remplie d'une colloïde compacte venant manifestement du lobe nerveux dans lequel elle se prolongeait par des traînées linéaires.

Ce mécanisme de la transmigration de cellules hypophysaires dans la cavité infundibulaire est, d'autre part, relié au mécanisme de la transmigration de gouttes de colloïde fabriquées dans la *pars intermedia* ou son voisinage par une disposition que j'ai observée chez une vieille chatte. Sous l'épithélium épendymaire encore intact, mais aminci, il existe un îlot de

cellules hypophysaires dégénérantes faisant hernie dans la cavité infundibulaire. La barrière épendymaire presque résorbée va livrer passage à de la colloïde encore cellulaire.

Ces observations montrent en définitive que le principe ocytocique, qui existe dans le liquide céphalo-rachidien, provient bien des cellules de la glande pituitaire (*pars intermedia*) et qu'il résulte de la fonte holocrine de ces cellules, soit qu'elle se produise à une certaine distance de la cavité infundibulaire, soit qu'elle se produise dans cette dernière.

Colloïde et cellules disparaissent d'ailleurs très rapidement par solution dans le liquide céphalo-rachidien et dès le canal infundibulaire et à plus forte raison le troisième ventricule, on n'en trouve plus de trace histologique.

ZOOLOGIE. — *Caractères sexuels chez un Crabe Oxyrhynque* (Macropodia rostrata *L.*). Note [1] de M. **Ch. Pérez**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

J'ai fait [2] une allusion sommaire aux caractères sexuels des Crabes Oxyrhynques; je les préciserai ici pour l'un d'eux, commun sur nos côtes, le *Macropodia rostrata* L. = *Stenorhynchus phalangium* M. Edw.

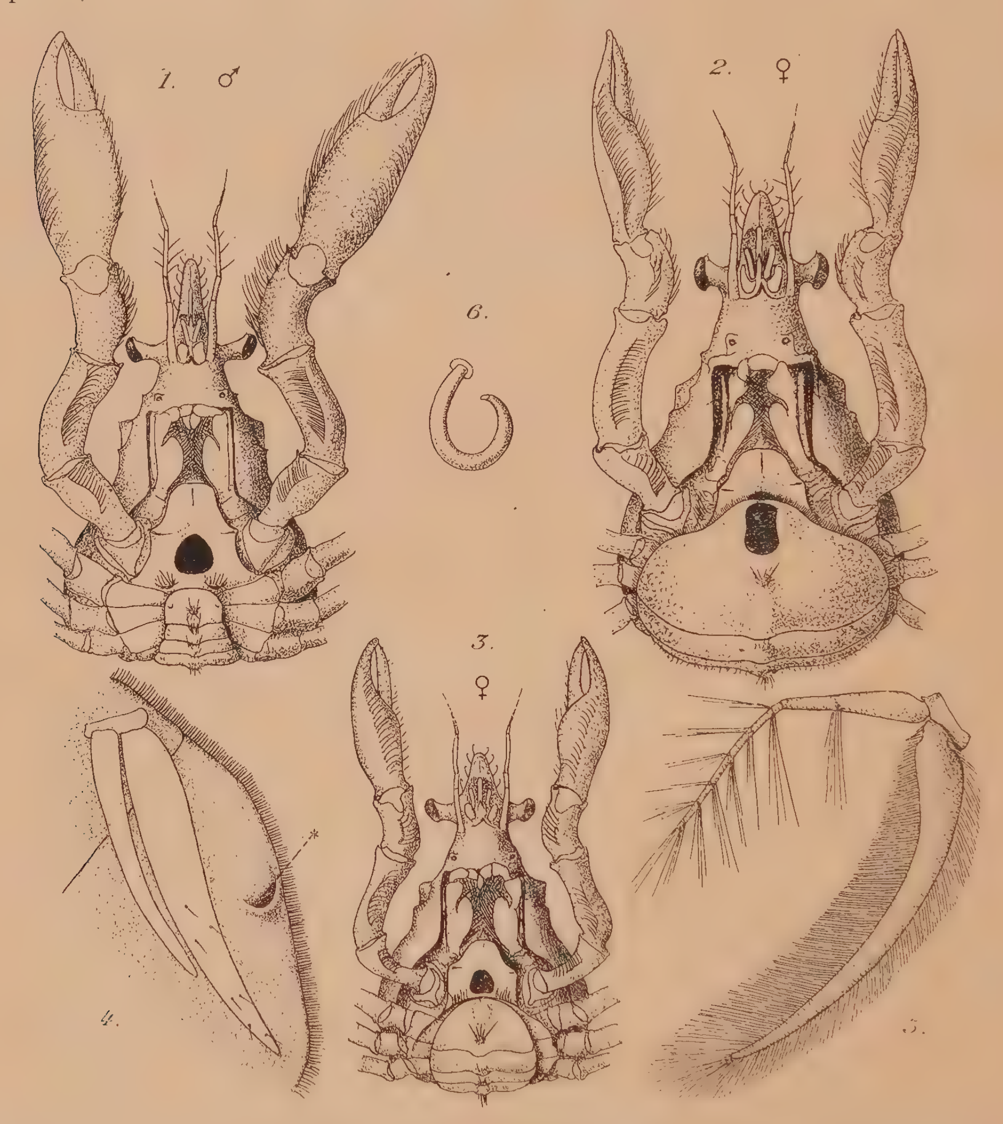
Chez le mâle, le plastron thoracique est déprimé, uniquement dans sa région médiane, par une assez étroite gouttière longitudinale, où se logent les stylets copulateurs. Cette gouttière est complètement masquée (*fig.* 1) par l'abdomen, rabattu sous le thorax et d'autant plus fermement boutonné que le telson est ici soudé au 6e segment du pléon. De contour général trapéziforme, cet abdomen est assez étroit : sa dimension transversale n'étant guère que le tiers de la largeur totale du thorax, mesurée jusqu'aux articulations des pattes, il laisse bien visibles, sur une largeur égale, les sternites correspondant aux pattes 2, 3 et 4. En avant, l'extrémité du telson affleure à peine, entre deux éminences hérissées de fortes soies, à la limite postérieure du plastron correspondant aux pinces.

Chez la femelle adulte, au contraire, la face ventrale du thorax présente, de ses bords vers son centre, une déclivité régulière, qui commence sur tout le pourtour, un peu en dedans des insertions des pattes, à une arête de

(1) Séance du 26 décembre 1928.

(2) *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 461.

rebroussement portant une frange de soies couchées vers l'extérieur. Le pléon, libre de tout accrochage, forme une large cuillère, convexe du côté



Macropodia rostrata. — 1, mâle adulte; 2, femelle adulte; 3, femelle immature, faces ventrales × 2,7; 4, femelle immature, pl_6 et bord du telson; *, appareil d'accrochage, × 16,5; 5, femelle adulte, pl_6 × 8; 6, une soie en crochet × 50.

dorsal, concave du côté ventral, et se rabat sous le thorax de manière à masquer entièrement les sternites jusqu'aux insertions des pattes (*fig.* 2); à l'état d'adduction complète, chez la femelle non gravide, le telson s'avance

jusqu'à recouvrir presque entièrement le plastron correspondant aux pinces et à ne guère laisser dégagé que celui des troisièmes maxillipèdes. Par leurs concavités tournées l'une vers l'autre le thorax et l'abdomen forment une sorte de boîte spacieuse où manœuvrent les pléopodes et qui reçoit la ponte. Les pléopodes, portés par les segments 2 à 5 ont deux rames tout à fait différentes : les endopodites, grêles et géniculés (*fig.* 5), portent plusieurs pinceaux de soies capillaires auxquels se fixent exclusivement les œufs pondus; les exopodites en lames arquées, de même courbure que le pléon lui-même, garnis sur leurs deux bords d'une riche frange de soies plumeuses, forment simplement une sorte de cage à claire-voie contribuant à protéger la ponte.

La femelle jeune, encore immature (*fig.* 3), se rapproche davantage de l'aspect du mâle. Le pléon, de contour cordiforme, est plat et boutonné; il est assez étroit pour laisser visible à droite et à gauche une bonne partie des sternites correspondant aux pattes 2, 3 et 4; en avant la pointe du telson dépasse à peine la limite postérieure du plastron des pinces, affleurant à l'arête de rebroussement qui commence à s'indiquer. Les pléopodes ont leurs deux rames presque semblables (*fig.* 4), en lames de faux, à peu près entièrement glabres et étalées à plat. Une mue de puberté fait passer la femelle de cette forme imparfaite à la forme achevée.

Des différenees sexuelles analogues se retrouvent chez tous les types du même groupe de Crabes, en particulier chez la *Maia squinado*.

ZOOLOGIE. — *Sur la localisation de l'absorption intestinale et le comportement des cellules absorbantes chez les chenilles d'un Lépidoptère* (Galleria mellonella *L.*). Note (¹) de M. **Tchang-Yung-Taï**, présentée par M. Caullery.

En général, on a étudié le phénomène de l'absorption intestinale chez les insectes par la voie expérimentale. Les expériences ont soulevé la question de la localisation de la région absorbante. L'absorption a été localisée, suivant les auteurs, soit dans l'intestin antérieur (jabot), soit dans l'intestin postérieur, soit dans l'intestin moyen, qui, *a priori*, en est le lieu naturel.

Chez les chenilles de Lépidoptères, les cellules qui constituent l'épithélium fonctionel se répartissent, au point de vue morphologique, en deux

(¹) Séance du 26 décembre 1928.

catégories : cellules cylindriques et cellules caliciformes. Parmi les auteurs qui ont étudié l'histologie du tube digestif de ce groupe d'insectes, certains semblent admettre implicitement que l'intestin moyen est l'organe d'absorption, puisqu'ils ont supposé que ses cellules cylindriques fonctionnaient à la fois comme cellules absorbantes et cellules sécrétantes. Cette dernière idée a d'ailleurs été adoptée pour d'autres groupes d'insectes, chez lesquels il n'y a qu'une catégorie de cellules fonctionnelles dans l'intestin moyen. Cependant, même chez les Lépidoptères, on a prétendu parfois que l'absorption pouvait avoir lieu dans une autre partie du tube digestif, par exemple dans l'intestin postérieur.

Toutefois, les constatations faites sur l'absorption intestinale des insectes, soit dans les conditions expérimentales, soit dans les conditions naturelles, restent encore vagues. On ignore d'ailleurs complètement, et ceci est cependant le point capital, comment se comportent les cellules épithéliales dans l'absorption.

Le phénomène d'absorption est assez facile à suivre chez les chenilles de la Mite des Abeilles (*Galleria mellonella*), qui se nourrissent de cire : lorsqu'on fixe leur tube digestif par un réactif à base d'acide osmique, on peut constater l'existence de gouttelettes graisseuses, noircies par l'osmium, et strictement localisées dans l'épithélium de l'intestin moyen.

Ces gouttelettes, souvent abondantes, se trouvent uniquement dans les cellules cylindriques et jamais dans les cellules caliciformes. On les trouve toujours dans presque tous les plis épithéliaux d'un tiers ou d'une moitié de la longueur de l'intestin moyen et, d'ailleurs, plus souvent dans la moitié antérieure que dans la moitié postérieure. A certains moments seulement, les gouttelettes graisseuses sont réparties dans tout l'intestin moyen. Ajoutons que les cellules cylindriques qui contiennent ces gouttelettes sont généralement celles qui sont situées près du sommet des plis épithéliaux.

Un fait remarquable est que, dans la portion de l'intestin dépourvue de graisses, les cellules cylindriques sont relativement intactes; tandis que, dans la portion qui renferme des graisses, ces cellules présentent des stades de dégénérescence : elles sont souvent déformées et vacuolisées. De telles cellules ne tardent pas à subir une destruction complète. Il s'en détache des particules de forme irrégulière, ou des corpuscules sphériques entourés chacun d'une membrane. Aussi trouve-t-on des gouttelettes graisseuses libérées dans la cavité intestinale, ou englobées dans ces corpuscules de desquamation. Il semble donc que les cellules cylindriques contenant des graisses soient des cellules très usées par leur fonction et dans lesquelles la circulation des matières graisseuses serait devenue difficile.

Lorsque les cellules cylindriques ont commencé à se desquamer, le processus continue jusqu'à la destruction complète : ces cellules ne régénèrent jamais leurs parties perdues pour rétablir leur forme primitive. Ce fait constitue la cause principale des rénovations épithéliales successives de l'intestin moyen que nous avons étudiées ailleurs ([1]).

De l'étude précédente, je conclus que, chez les chenilles de *Galleria mellonella* : 1° l'absorption des substances nutritives est assurée exclusivement par l'intestin moyen; 2° des deux catégories de cellules fonctionnelles de cet intestin, seules les cellules cylindriques sont absorbantes; 3° les cellules cylindriques se trouvent toujours complètement détruites à la fin d'une phase d'absorption. La même cellule ne peut donc être alternativement absorbante et sécrétante, comme on l'a souvent admis jusqu'ici.

ENTOMOLOGIE. — *La concurrence entre moustiques zoophiles et anthropophiles.* Note ([2]) de M. **J. Legendre**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

Dans des Notes antérieures ([3]) j'ai signalé l'existence à Portrieux (Côtes-du-Nord) d'une race de *Culex pipiens* fuyant l'homme, j'ai relaté avoir transporté à Pons (Charente-Inférieure) en juin 1923 des spécimens de ce moustique pour essayer de le substituer à la race locale de la même espèce se nourrissant de sang humain. Depuis 1924 on n'est plus piqué par les moustiques à Pons malgré qu'il y en ait autant qu'autrefois et l'on n'en voit que si on les cherche.

Pendant l'été sec de 1928 j'ai fait dans cette localité, de fin juillet à fin septembre, les mêmes constatations qu'au cours de l'été pluvieux de 1927. Certains gîtes (auges, tonneaux) sont permanents quelle que soit la rareté des pluies; d'autres gîtes, alimentés par des eaux ménagères ou industrielles, quoique moins étendus et moins profonds qu'en 1927, pullulaient de larves et de pupes donnant naissance à des essaims d'imagos.

A 50^{m} d'une ferme sise à 500^{m} de Pons, une mare-abreuvoir montrait sur son pourtour un liséré noir très dense de larves et de pupes de *C. pipiens* d'où des imagos naissaient à tout instant. A la ferme ni les enfants ni les

([1]) *C. R. Soc. Biologie*, 98, 1928, p. 204.

([2]) Séance du 26 décembre 1928.

([3]) J. Legendre, *La zoophilie chez les moustiques et son application à la prophylaxie* (*Comptes rendus*, 177, 1923, p. 789; 179, 1924, p. 1351); *La lutte contre les moustiques par la concurrence interlarvaire* (*Ibid.*, 185, 1927, p. 1520).

adultes n'étaient piqués; je me suis tenu à maintes reprises, de jour et de nuit, au bord de cette mare sans être approché par un moustique. Pendant plus d'une semaine j'ai gardé sur le bord de la fenêtre de ma chambre, ouverte de jour et de nuit, un récipient contenant des centaines de pupes rapportées de la mare; aucun des moustiques éclos ne pénétra dans la pièce ni ne piqua personne à l'extérieur.

Dans ma Note du 5 décembre 1927 j'ai déclaré n'avoir pas recherché l'aire de dispersion spontanée de la race de *C. pipiens* qui fuit l'homme et j'ai émis l'opinion que la « distance de plusieurs kilomètres qui sépare souvent bourgs et villages serait rarement franchie par l'insecte à moins de circonstance fortuite ». Un fait est venu cette année confirmer cette hypothèse. La cuisine d'une propriété située dans la campagne à 500^m de la ferme précédente était visitée par des moustiques, on était également piqué dans le jardin. On me pria d'intervenir. Je découvris l'unique gîte larvaire (baille) dans le jardin à 60^m de la maison. La baille fut vidée sur le sol, remplie à nouveau et reçut plusieurs centaines de larves et de pupes de la race zoophile récoltées dans la mare de la ferme. Aucun pétrolage, saupoudrage ou empoisonnement ne fut pratiqué. Un mois après on me signalait ne plus voir aucun moustique dans la cuisine, dans le jardin ni ailleurs. Cependant la baille où avaient été déposés les spécimens de la race zoophile était pleine d'œufs, de larves et de pupes, des imagos venant d'éclore reposaient sur ses parois intérieures. Les moustiques de la race piquant l'homme avaient donc abandonné ce gîte ou en avaient été éliminés par la race zoophile puisqu'on n'était plus piqué. La substitution de l'une à l'autre peut donc être rapide.

Certains se sont demandé si les *C. pipiens* zoophiles stricts de Bretagne mis en présence d'autres races humaines dans des pays où ils pourraient être introduits y conserveraient leurs habitudes de zoophile. On peut faire toutes les hypothèses et invoquer les exemples connus, plus ou moins analogues, d'animaux introduits dans un pays pour y combattre un autre animal nuisible et y devenant eux-mêmes nuisibles, tel la mangouste, importée contre les rats et les serpents, après avoir détruit rongeurs et ophidiens, attaquant les poulaillers pour se nourrir. Nul ne peut certifier que la race zoophile de *C. pipiens* le restera, malgré qu'elle le soit au moins depuis un siècle en Bretagne. On ne le saura que par l'essai *dans la nature et non par l'expérimentation au laboratoire*. Cette dernière forme d'observation, dans des conditions artificielles, simples et hors nature, conduit souvent à des erreurs en biologie humaine et animale.

C. pipiens transmet le paludisme des oiseaux, en Europe; dans les pays tropicaux il est réputé être un des vecteurs de la filaire du sang; dans les pays tempérés il n'est pas pathogène pour l'homme.

L'emploi de la race zoophile de *C. pipiens* pour éliminer les moustiques piquant l'homme peut être tenté, non seulement contre *C. pipiens*, mais aussi contre les autres Culicides domestiques, voire même contre les espèces rurales et sauvages. De même la race zoophile stricte d'*Anopheles maculi pennis* que j'ai signalée en Bretagne, en Saintonge et en Provence, doit être introduite dans les districts paludéens, où la même espèce ou d'autres espèces propagent la malaria.

Il est difficile d'expliquer comment se fait la substitution de la race qui fuit l'homme à celle qui se nourrit sur lui, mais l'absence d'explication n'annule pas le fait. Le principe qui guida mes essais fut la connaissance que des poissons d'eau douce, poisson-chat et perche-soleil, importés d'Amérique en France, s'y sont multipliés aux dépens des espèces autochtones, que la carpe d'Europe avait fait de même au Canada. Il était logique de penser que les larves des moustiques zoophiles se feraient une place plus ou moins grande dans les eaux où on les introduirait, les résultats étant plus ou moins favorables selon la concurrence qu'elles y trouveraient.

Dans la lutte contre les moustiques importuns ou pathogènes, les méthodes inspirées des sciences naturelles et des mœurs de ces insectes se sont toujours montrées supérieures aux procédés physico-chimiques qui sont onéreux, et ne donnent que des résultats temporaires et incomplets.

EMBRYOLOGIE. — *La digestion de l'enveloppe tubaire interne de l'œuf par des ferments issus des spermatozoïdes, et de l'ovule, chez* Discoglossus pictus *Otth.* Note [1] de M. **P. Wintrebert**, présentée par M. Caullery.

L'œuf ovarien du Discoglosse, muni de son chorion, s'entoure dans l'oviducte d'une gaine élargie en une sorte de bouchon au-dessus de la cuvette germinative, mince partout ailleurs, puis d'une enveloppe muqueuse. J'ai montré précédemment [2] les phases du dépôt de ces membranes et leurs modifications après la ponte. J'ai noté particulièrement les étapes de la

(1) Séance du 26 décembre 1928.

(2) *C. R. Soc. Biol.*, 98, 1928, p. 521, et 99, 1928, n° 38.

liquéfaction de la gaine tubaire interne à la suite de la fécondation. La dissolution du bouchon, souvent apparente après 15 minutes, toujours nettement visible au bout d'une demi-heure, est le signe le plus précoce qui, dans une ponte naturelle, désigne les œufs fécondés. La question se pose de connaître les facteurs qui déterminent cette digestion.

I. Le fait que les œufs en bon état de maturité, mis en présence du sperme de même espèce, montrent rapidement le délitement du bouchon, tandis que des œufs du même lot, déposés dans l'eau pure, ne le présentent pas après 12 heures, démontre nettement l'action efficace des spermatozoïdes.

Mais celle-ci peut n'être pas directe, ne pas leur appartenir en propre et dépendre de l'activation de l'ovule qu'ils ont suscitée. La rapidité d'exécution des phénomènes est pourtant en faveur de l'action directe, et ce que l'on sait de la formation et de la constitution de l'acrosome du spermatozoïde permet d'y localiser le ferment. Hope Hibbard a du reste (1) fourni la preuve de cette action directe, en mettant en contact, *in vitro*, à l'abri des fermentations microbiennes, bouchons et spermatozoïdes et en constatant après 24 heures la dissolution complète des premiers. Dans les conditions naturelles, la digestion se réalise beaucoup plus vite, mais il n'en est pas moins vrai que, par cette expérience, le pouvoir des spermatozoïdes est démontré sans conteste.

Des spermatozoïdes étrangers possèdent aussi la même action; ainsi l'insémination d'œufs de Discoglosse avec du sperme de Triton (*Molge vulgaris* L., *Molge palmata* Schneid.) liquéfie, à T. 18°, en 35 minutes, le bouchon et la moitié dorsale de la gangue tubaire, puis, en 2 heures environ, toute la gangue; la plupart des œufs sont activés, mais aucun ne se développe.

Il arrive que certains œufs mis en présence de spermatozoïdes, soit de même espèce, soit étrangers, ne présentent à bref délai aucun phénomène de digestion; les spermatozoïdes, longs, immobiles de *D. p.*, collés à la surface de l'enveloppe muqueuse, ne pénètrent pas dans l'œuf, probablement par suite d'un manque d'attraction chimiotactique ou électrostatique (2) de l'œuf, dû au mauvais état de l'ovule.

II. Le second problème à résoudre est celui de savoir si l'œuf est capable d'opérer, de son côté, la dissolution de l'enveloppe tubaire interne et dans

(1) Hope Hibbard, *Contribution à l'étude de l'ovogenèse, de la fécondation et de l'histogenèse chez* Discoglossus pictus *Otth.* (*Thèse Paris*, 1928, p. 31).

(2) Hope Hibbard, *loc. cit.*

quelles conditions. La mise en contact direct de la substance ovulaire et de l'enveloppe, en dehors de l'intervention des spermatozoïdes, par le procédé de la piqûre qui provoque la formation d'extraovats, montre que les diastases ovulaires issues de ceux-ci digèrent promptement la première gaine tubaire. Mais, sur le vivant, l'ovule normal entouré du chorion, ne peut agir qu'à travers celui-ci, par ses sécrétions.

Les exsudations ovulaires sont, au moment de la ponte, localisées chez *D. p.* au pôle animal, dans la cuvette germinative. Elles n'ont aucune influence sur le comportement du bouchon ; car les œufs placés dans l'eau pure, à 16°, au sortir du cloaque, ne détruisent le bouchon qu'après 12 heures. Mais tous les œufs fécondés présentent en outre une émission de liquide périvitellin ; celui-ci, chez *D. p.*, invisible sous le chorion autour de l'œuf, doit passer tout entier dans la cuvette. En dehors des raisons de vraisemblance, qui, par comparaison avec ce qui se passe dans les œufs des autres Amphibiens, autorisent à supposer la réalité de cette nouvelle émission, le soulèvement et la distension du chorion au-dessus de la cuvette et parfois l'apparition au fond de celle-ci d'un léger trouble sont de nature à la faire admettre. Mais le phénomène qui paraît à la fois démontrer sa présence et son action est la localisation des premières traces de délitement à la face inférieure du bouchon, juste au-dessus du chorion soulevé.

La situation précise de cette première plage liquéfiée, dans la région la plus proche de la cuvette ovulaire, témoigne même d'une action plus vive de la part de son contenu que de la part des spermatozoïdes ; l'enzyme de ceux-ci servirait donc surtout à permettre leur passage à travers les membranes.

III. Les œufs laissés dans l'eau pure ne conservent leur bouchon intact que dans la mesure où ils restent en bon état ; on peut estimer que la coagulation de l'œuf mort entraîne la dialyse, à travers la membrane vitelline et le chorion, d'un liquide séreux capable de digérer l'enveloppe tubaire interne.

IV. Des œufs mûrs ont été placés, à T. 15°, dans des solutions (*a*) de 0,50 pour 100 de pepsine et (*b*) de 0,50 pour 100 de pancréatine du commerce, faites en employant l'eau de source ordinaire où vivent les œufs. Après une heure et demie, le bouchon est intact dans (*a*), dissous dans (*b*) ; après deux heures et demie, l'enveloppe tubaire interne, intacte dans (*a*), est complètement dissoute dans (*b*).

En résumé, la capsule tubaire interne est digérée à la fois par les spermatozoïdes et par la substance ovulaire. Les premiers agissent directement au

moment de leur pénétration; l'ovule agit par le liquide périvitellin qu'il émet au moment de son activation, et par la sérosité qui transsude de l'œuf après sa mort. Les extraovats ont une action digestive directe et rapide. Le mode d'action des ferments d'origine spermatique et ovulaire est analogue à celui de la pancréatine.

EMBRYOLOGIE. — *Sur le potentiel d'arrêt de la division de l'œuf d'Oursin.* Note (1) de MM. **P. Reiss** et **E. Vellinger**, présentée par M. d'Arsonval.

On sait que les organismes dits anaérobies empruntent l'oxygène nécessaire à leur métabolisme aux substances oxydées contenues dans le milieu où ils vivent, leurs oxydations se faisant à partir d'oxygène combiné, libérable à des potentiels plus ou moins bas. Nous avons tenté de mesurer jusqu'à quel potentiel de libération des œufs d'Oursin (*Paracentrotus lividus* Lk.), respirant normalement l'oxygène libre, pouvaient sans altération aucune continuer leur développement dans un milieu ne contenant que de l'oxygène fixe. Vlès avait déjà vu (inédit) que de l'hémoglobine réduite était éventuellement capable de se réoxyder aux dépens d'œufs d'Oursin, en arrêtant le développement de ceux-ci.

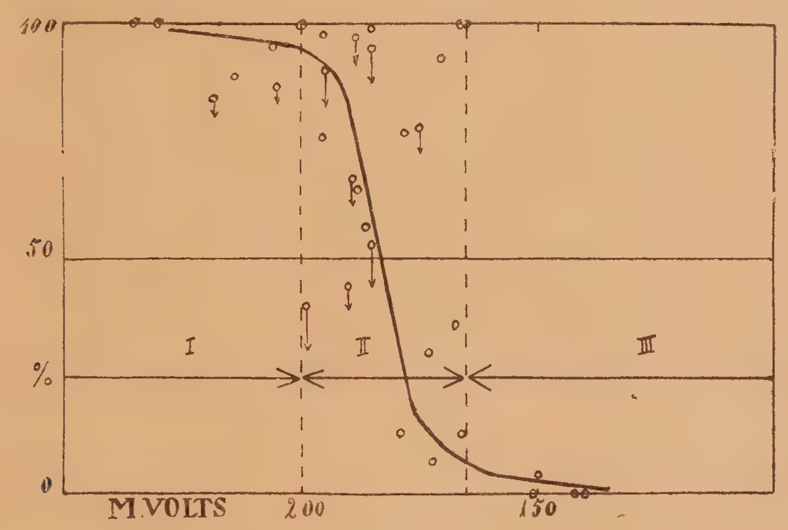
Des œufs fécondés au diaster sont placés, à l'abri de l'air, dans des séries de tampons d'oxydation-réduction à potentiels décroissants. On cherche pour quelle valeur du potentiel le développement est arrêté. Les tampons de rH ont été, soit de la substance même d'œufs d'Oursin obtenue par broyage et diluée dans l'eau de mer, soit des colorants, de l'hémoglobine du sang de Bœuf, ou de l'hémocyanine du sang de Langouste. Les séries de tampons à rH échelonnés, dont le potentiel était contrôlé au potentiomètre, étaient obtenues par réduction partielle des substances précédentes à l'hydrosulfite de soude. Les œufs au stade diaster étaient placés dans un grand excès de tampon en vase clos sans air, et dans des tampons réoxydés servant de témoins. La paroi des vases utilisés était traversée par un fil de platine fonctionnant comme électrode; un orifice provisoirement fermé à la cire permettait de faire la jonction avec une électrode au calomel. La mesure de potentiel se faisait ainsi à l'abri de l'air. Après deux heures de séjour des œufs dans les tampons, on déterminait le pourcentage d'œufs segmentés et

(1) Séance du 26 décembre 1928.

l'on faisait une mesure de potentiel d'oxydation-réduction du tampon. La variation de potentiel d'un tampon durant l'expérience était généralement négligeable.

Dans ces conditions, si l'on porte le pourcentage de développement en fonction des potentiels des tampons, on constate que les points expérimentaux se groupent selon trois zones. Le développement se fait normalement dans une première zone (I) correspondant aux potentiels élevés. L'arrêt complet se fait dans la troisième zone (III) pour les potentiels les plus bas. La région des potentiels moyens (II) correspond à des développements partiels.

La figure ci-dessous résume une série d'expériences faites avec l'hémo-



Pourcentage de segmentations d'œufs d'Oursin fécondés en fonction du potentiel de réduction du milieu. Les flèches correspondent à des œufs non arrêtés mais simplement retardés par rapport aux témoins.

globine comme tampon de rH. Les valeurs obtenues pour les différents tampons sont consignées dans le tableau ci-dessous.

Potentiel d'arrêt de la division de l'œuf d'Oursin.

Tampon de rH.	Valeurs limites de la région moy. en millivolts par rapport à l'électrode à H^2.		Potentiel moyen (millivolts).	rH.	rH moyen.
Colorants........	De +200 à +120	(pH = 8,2)	+160	29,6-20,8	22,2
Hémoglobine.....	De +200 à +165	»	182	22,4-23,6	23,0
Hémocyanine.....	De +190 à +150	»	170	21,9-22,6	22,6
Substance de l'œuf d'Oursin.......	De +220 à +205	»	212	24,8-23,8	24,1

La zone d'arrêt ne semble pas absolument indépendante de la nature du tampon. Cependant les différences observées sont assez petites et pourraient être attribuées à des causes secondaires (petits écarts de pH, etc.).

Les arrêts observés dans ces expériences sont au début entièrement réversibles par réoxydation du tampon à l'air. A + 50 millivolts (pH 8,2) les œufs se développent normalement encore après 24 heures de blocage; l'arrêt irréversible exige 48 heures de blocage. A — 350 millivolts (rH = 4 environ) les temps correspondants sont 9 heures et 21 heures.

Nous avons également constaté que les œufs vierges ont conservé en milieu réducteur pour des potentiels de l'ordre de — 180 millivolts, leur fécondabilité beaucoup plus longtemps que dans l'eau de mer.

L'examen cytologique du matériel fixé a montré que dans les lots d'œufs de la zone d'arrêt, la figure achromatique disparaît rapidement. Les chromosomes se regroupent plus ou moins irrégulièrement, et enfin quand le blocage des divisions est devenu irréversible, la chromatine s'agglomère pour aboutir finalement au « paquet noir ». L'évolution est donc, dans ses grandes lignes, analogue à celle observée dans le blocage de la division par la pression osmotique ou par le pH (Vlès, Dragoiu; Vlès, Dragoiu, Rose). Dans les stades où la réversibilité se produit encore, on constate une réapparition rapide de la figure achromatique.

Il ressort de ces expériences que l'œuf d'Oursin, en absence d'oxygène libre, est capable de réduire certaines substances oxydées dissoutes dans l'eau de mer, pourvu que le potentiel d'oxydation-réduction de ces substances ne dépasse pas une certaine limite. D'autre part si l'on compare le rH d'arrêt de l'œuf avec son rH intérieur, quoique cette comparaison ne soit pas absolument correcte au point de vue théorique, on constate que le rH d'arrêt est toujours supérieur au rH intérieur, ce que l'on pouvait d'ailleurs prévoir *a priori*.

BIOLOGIE. — *Compensation et régénération chez* Thomisium onustum (*Phénomènes de réversion et d'évolution accélérée des caractères tégumentaires sous l'influence de la régénération*). Note (¹) de M. E. **Gabritschevsky**, présentée par M. Caullery.

Dans un travail sur l'Araignée *Misumena vatia* (*Journ. Exp. Zool.*, 1926) j'ai étudié les lois de la régénération et de la pigmentation. C'est l'étude de l'aspect morphologique des pattes de *Thomisium onustum* en état de régénération et le phénomène de la compensation (effet des pattes régénérées sur le développement des caractères des pattes normales) qui font le sujet de ces nouvelles recherches.

En voici les données principales :

A. *Données concernant la régénération.* — 1° Les pattes des araignées venant de subir la première mue sont munies de poils très fins, rangés en lignes parallèles. Après la première mue, une partie des poils se changent en crochets et cette différenciation augmente après chaque mue. Cette augmentation du nombre des crochets sur diverses pattes se produit d'une façon compensatrice : tout d'abord ce sont les pattes de devant (I et II) qui en portent le plus grand nombre, tandis que les pattes III et IV retardent dans leur différenciation. Après la mue suivante, l'augmentation des crochets est plus marquée chez les pattes III et IV et moindre chez les pattes I et II; et ce rythme alternatif se continue après chaque mue, jusqu'à la fin de l'ontogénèse.

2° Les pattes régénérées passent généralement par un stade d'*aspect juvénile*, qui, par l'absence de crochets, rappelle l'aspect des pattes normales avant la première mue. Cette régénération hypotypique est suivie, après chaque mue, d'une augmentation assez lente du nombre de crochets. La patte régénérée ne reprend son aspect ordinaire et sa longueur normale qu'après trois ou quatre mues.

3° Les pattes régénérées ne passent pas toujours par cet aspect hypotypique, mais donnent directement une patte *hyperrégénérée* qui porte un nombre plus grand de crochets que n'en porte la patte symétrique à ce stade de développement.

B. *Données concernant la compensation par induction.* — 4° Les pattes

(¹) Séance du 26 décembre 1928.

en état de régénération exercent une influence (induction) sur le développement des crochets sur la patte normale voisine de celle qui a été opérée. L'effet se manifeste parfois sur cette patte par une perte totale ou partielle de ses crochets (dédifférenciation hypotypique par induction). Dans ce cas, la patte affectée a un aspect semi-juvénile, ou entièrement juvénile, car, en ayant maintenant moins de crochets qu'au stade précédent, elle présente, pour ainsi dire, une sorte de réversion vers un état ontogénétique plus jeune.

5° D'autres fois, la patte influencée réagit par une accélération de développement, qui se manifeste par une augmentation du nombre de ses crochets; ceux-ci sont alors plus nombreux que ceux que porte la patte symétrique à ce même stade. Dans ce cas les caractères morphologiques de la patte induite correspondent à ceux d'un stade d'une ontogénèse plus avancée que celui de la patte symétrique normale, qui porte, à ce moment, un nombre inférieur de crochets.

6° La réversion (dédifférenciation hypotypique) de la patte normale est suivie d'une hyperdifférenciation après une nouvelle mue; au contraire, l'état hyperdifférencié initial de la patte induite, causé par la régénération, est suivi par des réversions plus ou moins fortes et durables.

La réaction par induction peut être forte ou faible.

7° Les régressions, les accélérations, les stades dans le développement des caractères des pattes régénérées et induites qui se succèdent d'une façon des plus bizarres, ont été étudiés par moi, minutieusement, sur de nombreux individus des deux sexes.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *La teneur en gaz carbonique du sang de l'Escargot,* Helix pomatia, *au cours du cycle annuel.* Note [1] de M. **Marcel Duval**, présentée par M. L. Joubin.

Dans une Communication antérieure [2], nous avons montré que la concentration moléculaire du sang de l'Escargot était en relation avec l'état d'activité de l'animal. Pendant l'hibernation, cette concentration se traduit par un Δ compris entre — 0°,38 et — 0°,43. En dehors de cette période,

---

(1) Séance du 26 décembre 1928.

(2) *Sur la concentration moléculaire du sang de l'Escargot. Influence de l'état d'activité de l'animal* (*Comptes rendus*, 185, 1927, p. 1620).

ce Δ est inférieur à −0°,40 quand l'animal est inerte, rentré dans sa coquille. Au contraire, il est supérieur à cette valeur quand l'animal est actif. Le chiffre le plus élevé observé fut −0°,30°.

Puisque la concentration totale du sang varie au cours du cycle annuel, on doit s'attendre à ce que ses différents constituants subissent des fluctuations analogues. C'est ce que nous avons observé à propos de la teneur en chlorure. Celle-ci est d'autant plus faible que le sang est plus dilué. Aussi les plus faibles teneurs sont-elles constatées chez les animaux actifs l'été.

Nous avons voulu vérifier s'il en était de même d'un autre constituant très important du sang, le gaz carbonique, dont 98 pour 100 se trouvent à l'état de bicarbonate ([2]).

Voici les résultats de mesures faites selon la méthode de Haldane. Ils expriment le nombre de centimètres cubes de CO^2 (ramenés à 0° et 76$^{cm^3}$ Hg) dégagés par 100$^{cm^3}$ de sang :

État des animaux.	Cm³ de CO^2 pour 100$^{cm^3}$ de sang.	Moyenne.
Pomatia en hibernation (avec épiphragme)......	45 à 55	50
Pomatia actifs, se promenant l'été..............	48 à 62	57
Pomatia inertes, rentrés dans leur coquille l'été..	44 à 56	50

Ces chiffres montrent que la teneur en gaz carbonique du sang de *Pomatia* est relativement peu influencée par l'état d'activité de l'animal, mais le fait le plus remarquable, à notre avis, est que les plus fortes teneurs en CO^2 s'observent chez les animaux actifs car c'est alors que la concentration moléculaire totale du sang est minima.

On aurait pu s'attendre à ce que les bicarbonates augmentent dans le sang quand celui-ci se concentre et diminuent quand il se dilue. C'est ce que nous avons observé pour les chlorures. La teneur en bicarbonates, au contraire, varie d'une façon inverse. Ces faits sont bien mis en évidence par les chiffres suivants extraits de nombreuses déterminations :

États des animaux.	Δ sang.	Na Cl (g. par lit.).	CO^2.
En hibernation........................	−0°,42	5,2	50
Actifs l'été..........................	−0,32	3,74	52
	−0,34	4,07	61
Inertes l'été.........................	−0,42	5,4	50
	−0,47	6,0	45

([1]) Rapport calculé d'après le pH = 7,8 et la relation d'Henderson-Hasselbach.

Non seulement la teneur en CO^2 n'augmente pas quand le sang se concentre, mais encore elle diminue. Pour arriver à ce résultat, l'organisme de l'Escargot doit faire disparaître de son milieu intérieur les bicarbonates, par exemple quand il perd son activité l'été, ou quand il s'endort du sommeil hivernal. Inversement, quand il redevient actif, son sang se dilue et les bicarbonates, loin de diminuer, augmentent. Pour arriver à ce résultat, l'animal n'a d'autres ressources que de faire passer dans son sang des bicarbonates qu'il tenait en réserve dans ses autres tissus, ou qu'il fabrique à ce moment là.

Bref, le *Pomatia* possède des mécanismes qui lui permettent de s'opposer aux variations de la teneur en CO^2 de son sang, quand la concentration de ce dernier varie au cours du cycle annuel.

Quels sont ces mécanismes? Nous nous contenterons pour le moment de l'hypothèse suivante : On sait que les échanges respiratoires du *Pomatia* sont très diminués quand l'animal est inerte ou endormi. On peut penser que l'intensité de la production du gaz carbonique influe sur la teneur en CO^2 du sang, que celle-ci varie dans le même sens. En hiver, par exemple, l'augmentation de concentration du sang tend à accroître la teneur en CO^2 du sang, mais la diminution des échanges respiratoires tend à la faire baisser. Le résultat de ces deux actions antagonistes est de maintenir à peu près constante la dose en CO^2 du sang, ou plus exactement de la diminuer un peu, ce qui montre que l'influence de la respiration est prépondérante.

Nous pensons que ces mécanismes régulateurs, quels qu'ils soient, en réagissant contre les variations de la teneur en bicarbonates du sang que tendent à produire les modifications de la concentration sanguine totale, contribuent efficacement à maintenir constante la réaction ionique qui, comme on le sait, se montre indépendante de l'état d'activité de l'animal.

CHIMIE ORGANIQUE ET BIOLOGIQUE. — *Analyse quantitative et caractérisation de l'allantoïne*. Note [1] de M. **R. Fosse** et de Mlle **V. Bossuyt**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

I. Principe. — L'allantoïne est soumise à deux hydrolyses successives : en milieu alcalin, puis en milieu acide.

---

(1) Séance du 26 décembre 1928.

La première conduit à l'allantoate de potassium

$$\begin{matrix} NH^2.CO.NH.CH - NH \\ CO - NH \end{matrix}\!\!>\!CO \;\; + \;\; KO - H \;\rightarrow\; NH^2.CO.NH - \underset{\displaystyle CO.OK}{CH} - NH.CO.NH^2$$

Dans la deuxième, l'acide allantoïque se scinde, comme nous l'avons établi ([1]), en deux molécules d'urée et une molécule d'acide glyoxylique

$$\begin{matrix} NH^2.CO.NH \\ NH^2.CO.NH \end{matrix}\!\!>\!CH.COOH + 2H^2O \;=\; 2NH^2.CO.NH^2 + COOH.CH(OH)^2.$$

On dose pondéralement l'urée à l'état de dérivé xanthylé

$$O\!<\!\begin{matrix} C^6H^4 \\ C^6H^4 \end{matrix}\!>\!CH - NH.CO.NH - CH\!<\!\begin{matrix} C^6H^4 \\ C^6H^4 \end{matrix}\!>\!O.$$

L'acide glyoxylique est caractérisé par sa très sensible réaction colorée hydrazinique ([2]).

2. TECHNIQUE. — *Hydrolyse alcaline.* — La solution d'allantoïne, additionnée d'un dixième de son volume de liqueur de potasse normale, est chauffée, 2 heures à 60°, dans un bain muni de régulateur.

Hydrolyse acide. — On maintient, 30 minutes à 60°, la liqueur précédente, préalablement neutralisée et pourvue d'acide minéral normal, de manière à lui donner un titre voisin de $\frac{N}{50}$.

Dosage de l'urée. — Le produit des deux hydrolyses, privé d'acide minéral libre par alcalinisation sodique, reçoit deux fois son volume d'acide acétique et du xanthydrol méthylique à $\frac{1}{10}$ ($\frac{1}{20}$ du volume total).

Durée de la condensation : 3 heures.

Poids d'allantoïne en fonction de l'urée xanthylée (UX^2) : $0^g,188\ UX^2$.

3. *Dosages de l'allantoïne, basés sur l'urée produite après hydrolyses alcaline et acide.*

([1]) R. FOSSE et V. BOSSUYT, *Comptes rendus*, 185, 1927, p. 308. — R. FOSSE, *L'urée* (Presses universitaires, Paris, 1927, p. 196).

([2]) R. FOSSE et A. HIEULLE, *Comptes rendus*, 179, 1924, p. 637; *L'urée* (*loc. cit.*, p. 221-226, 183-198).

Volume dosé.	Xanthyl-urée.	Titre théorie.	Titre trouvé.	Erreur pour 100.
cm³	g	g	g	g
20	0,05565	0,524	0,5232	−0,1
20	0,0557		0,5236	−0,07
20	0,0555		0,5216	−0,40
20	0,0553		0,5198	−0,8
20	0,0556		0,5226	−0,2
20	0,0555		0,5217	−0,40
10	0,02707	0,5165	0,5089	−1,4
10	0,0272		0,5114	−0,9

Cette technique ne peut être strictement appliquée, telle qu'elle est décrite, à divers milieux.

4. Grâce à la formation d'acide glyoxylique, l'allantoïne ne saurait être confondue avec les nombreuses substances productrices d'urée, telles que : guanidines, arginine, protamines, protéides, etc. L'hydrolyse glyoxylique de l'allantoïne rend, en outre, extrêmement facile et sensible la caractérisation de cet uréide.

5. *Réaction colorée glyoxylique de l'allantoïne. Hydrolyse alcaline.* — On chauffe, cinq minutes, dans un bain d'eau bouillante :

Solution d'allantoïne	1^{cm^3}
Potasse 2N	1 goutte ($0^{cm},05$)

Hydrolyse acide. — Le mélange neutralisé, en présence de phtaléine, à l'aide de liqueur chlorhydrique normale, pourvu d'une goutte supplémentaire de cet acide, est plongé une minute au bain-marie bouillant.

Réaction colorée. — Le produit, encore chaud, reçoit :

Chlorhydrate de phénylhydrazine à $\frac{1}{100}$	4 gouttes

puis, après refroidissement :

Ferricyanure de potassium à $\frac{5}{100}$	2 gouttes
Acide chlorhydrique fumant	$1^{cm^3},5$

Une coloration rouge, directe, très nette se déclare avec un centième de milligramme d'allantoïne à la concentration de 1^{cg} par litre ($\frac{1}{100000}$).

La réaction est encore visible pour un millième de milligramme, à la dilution de 1^{mg} par litre ($\frac{1}{1000000}$) si l'on ajoute une goutte d'acide chlorhydrique concentré à 1^{cm^3} d'éther ayant servi à épuiser le mélange hydrazinique, étendu d'eau.

6. *Applications*. — L'urine de nombreux animaux (cheval, bœuf, veau, porc, chien, lapin) où l'allantoïne a déjà été signalée, soumise aux réactions décrites, développe une coloration rouge extrêmement intense.

L'urine humaine, qui n'en renferme que fort peu (1^{cg}, au maximum, par 24 heures, Wiechowski), conduit à un résultat positif.

Nos méthodes permettent de caractériser aisément cet uréide dans le *sang* du lapin. C'est la première fois, à notre connaissance, que l'allantoïne se trouve décelée dans le sang des animaux. Nous nous proposons de l'en retirer et de l'identifier par l'analyse quantitative élémentaire.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Recherches sur les phosphoaminolipides et les stérides du plasma et du sérum sanguins*. Note ([1]) de M. **M. A. Machebœuf**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

Le plasma et le sérum sanguins sont limpides, ils contiennent cependant, par litre, plusieurs grammes de lécithine et de cholestérol libre ou estérifié. On sait que la lécithine peut donner avec l'eau des émulsions assez stables mais toujours laiteuses; certains protéides stabilisent sensiblement ces émulsions sans toutefois les rendre limpides ([2]), ([3]). Le cholestérol et surtout ses esters n'ont aucune tendance à donner avec l'eau des émulsions stables, et c'est avec de grandes difficultés que l'on peut en obtenir des suspensions très diluées, laiteuses et instables ([4]). Les mélanges de lécithine et de cholestérol ne donnent pas non plus avec l'eau d'émulsion limpide ([5]). Il n'a été proposé, jusqu'à ce jour, aucune explication entièrement satisfaisante de cette solubilité apparente des stérides, des stérols et des phosphoaminolipides dans le sérum et le plasma.

Bien plus, et depuis longtemps déjà, on a remarqué qu'il est impossible d'extraire du sérum la totalité des constituants solubles dans l'éther par simple agitation avec ce solvant, et depuis les travaux de Hardy ([6]),

---

([1]) Séance du 26 décembre 1928.

([2]) J. H. Long et F. Gephart, *Amer. Chem. Soc.*, **30**, 1908, p. 881 et 1312.

([3]) A. Mayer et F. Terroine, *Soc. Biol.*, **62**, 1907, p. 317.

([4]) O. Porges et E. Neubauer, *Biochem. Zeitschr.*, **7**, 1908, p. 152.

([5]) Hattori, *Biochem. Zeitschr.*, **119**, 1921, p. 45.

([6]) Hardy, *Journ. Physiol.*, **33**, 1905, p. 251.

Haslam [1], Chick [2] et Hartley [3], on a pu entrevoir la possibilité de liaisons entre ces substances et les protéides du sérum.

Lors de leur précipitation par le sulfate d'ammoniac, les globulines n'entraînent que des traces de phosphore [4] et moins de 30 pour 100 du cholestérol total du sérum [5]; il était donc logique d'étudier tout d'abord les solutions albumineuses débarrassées des globulines par demi-saturation avec du sulfate d'ammoniac.

En présence de telles quantités de sel l'addition d'acide sulfurique (en solution normale au cinquième) jusqu'à ce que le pH^+ atteigne 3,8 provoque la précipitation presque quantitative des albumines, de la lécithine et du cholestérol. Le précipité, séparé, se dissout intégralement dans un faible volume d'eau en présence de la quantité d'ammoniaque nécessaire pour ramener le pH^+ à sa valeur primitive (7,3). La solution ainsi obtenue est moins riche en sulfate d'ammoniac que la solution albumineuse précédente, et l'acidification à pH^+ 3,8 ne précipite qu'une partie des protéides, mais ce précipité est très riche en lécithine et en cholestérol; il se dissout cependant dans l'eau en présence d'ammoniaque en quantité suffisante pour ajuster le pH^+ à 7,3; la solution est parfaitement limpide. Par acidification (pH 3,8) il apparaît à nouveau un précipité qui est encore plus riche en cholestérol et en lécithine que le précédent. En répétant un certain nombre de fois ces opérations, on constate que la composition des précipités successifs tend vers une limite atteinte pratiquement dès la 7e et 8e précipitation. La substance ainsi obtenue, soumise à la dialyse, puis desséchée, se montre constituée ainsi :

Phosphoaminolipides	22,7 pour 100
Esters de cholestérol	17,9 »
Protéides	59,1 »

et ne contient que des traces de cholestérol libre, le cholestérol non estérifié s'est éliminé assez rapidement dans les eaux mères.

---

(1) Haslam, *Biochem. Journal*, 7, 1913, p. 492.
(2) Chick, *Biochem. Journal*, 8, 1914, p. 404.
(3) Hartley, *Brit. Journ. Experim. Pathol.*, 6, 1715, p. 180.
(4) M. A. Macheboeuf, *Thèse Médecine*, Paris, janvier 1927.
(5) J. A. Gardner et H. Gainsborough, *Biochem. Journal*, 21, 1927, p. 141.

Malgré une telle teneur en lipides, l'ensemble est intégralement soluble dans l'eau en milieu neutre ou alcalin ; il est ainsi possible d'obtenir des solutions aqueuses limpides contenant, par litre, plus de 50^{g} de lipides ; si l'on cherche à augmenter encore la concentration ; on obtient des liquides de plus en plus visqueux et, finalement, des gels limpides pouvant contenir plus de 100^{g} de lipides par litre. Les faits suivants semblent montrer que ces lipides sont ici à un état particulier.

1° L'agitation avec de l'éther n'enlève à ces solutions que des traces de lipides et l'addition de sels neutres ($ClNa$, $ClNH^4$) ne favorise pas cette extraction.

2° Si, à une solution diluée, on ajoute progressivement de l'alcool, il apparaît un précipité qui se dissont ensuite dans un excès d'alcool, et cela, plus ou moins complètement suivant le pH^+ initial. Il est possible d'obtenir ainsi des solutions alcooliques à peine apalescentes malgré une teneur en protéides de plusieurs grammes par litre. Pour obtenir la coagulation des protéides, il faut porter le liquide alcoolique à l'ébullition pendant plusieurs minutes ; à froid les protéides précipitent seulement après plusieurs jours et, parallèlement à cette précipitation se fait la cristallisation d'une partie des stérides.

Pour le plasma et pour le sérum les résultats sont semblables.

En résumé : par une série de précipitations et de dissolutions successives, réalisées en faisant varier les concentrations en ions H^+ et en sulfate d'ammoniac, il a été possible de séparer des albumines du plasma ou du sérum une fraction très riche en lécithine et en stérides, fraction cependant très soluble dans l'eau neutre ou alcaline ; les solutions sont limpides et ne livrent pas leurs lipides à l'éther ; l'alcool en coagule mal les protéides ; les propriétés physico-chimiques des constituants sont donc très sensiblement modifiées.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *L'hydrolyse de l'ovalbumine par la trypsine dans ses rapports avec la formation des diacipipérazines.* Note ([1]) de M. A. **Blanchetière**, présentée par M. Desgrez.

J'ai étudié la formation des diacipipérazines au cours de l'hydrolyse pepsique de l'ovalbumine ([2]). J'examine aujourd'hui la formation de ces mêmes anhydrides au cours de l'hydrolyse trypsique. La technique utilisée est exactement la même que dans le cas précédent, l'azote diacipipérazique étant évalué par la méthode que j'ai établie à cet effet ([3]).

L'action de la trypsine a été étudiée, tant sur l'ovalbumine crue, que sur l'ovalbumine dénaturée par la chaleur, à pH 8,5 environ et 38°. Les résultats expérimentaux sont les suivants :

Durée de l'incubation en jours.	N diacipipérazique pour 100 formé aux dépens de l'ovalbumine.	
	Crue.	Dénaturée.
1	7,3	18,25
2	–	13,5
3	17,8	–
4	–	19,04
7	22,99	–
10	–	23,81
12	31,25	–
17	–	17,46
18	36,38	–
24	–	25,39
25	29,48	–
31	38,32	–
38	–	21,43
39	30,07	–

([1]) Séance du 26 décembre 1928.

([2]) A. Blanchetière, *Comptes rendus*, 185, 1927, p. 1321.

([3]) A. Blanchetière, *Bull. Soc. Chimie*, 2e série, 41, 1927, p. 101-110.

Durée de l'incubation en jours.	N diacipipérazique pour 100 formé aux dépens de l'ovalbumine.	
	Crue.	Dénaturée.
45	30,07	-
52	-	32,2
54	30,07	-
59	30,07	-
66	-	32,1
71	-	31,74

Ces résultats prêtent à diverses remarques :

1° Le pour 100 d'azote non précipitable à l'état de dérivé carbaminé croît régulièrement dans le cas de l'*ovalbumine crue* du début jusqu'au 40e jour environ, à partir duquel il reste constant.

2° Dans le cas de l'*ovalbumine dénaturée*, la formation des anhydrides paraît quelque peu plus lente, mais surtout *irrégulière*. J'attribue cette irrégularité au phénomène de floculation de la protéine dénaturée, par le carbonate ajouté pour l'ajustement du pH à une valeur convenable. La limite est pourtant voisine de celle obtenue avec la protéine crue.

3° La marche de la formation de N-diacipipérazique est dans les deux cas inverse de celle observée dans l'action de la pepsine sur la protéine crue; et de même sens que dans l'action de la pepsine sur la protéine cuite.

4° La limite de formation de N-diacipipérazique est plus élevée de 30 pour 100 environ avec la trypsine qu'avec la pepsine agissant sur la protéine crue et seulement un peu plus élevée que dans l'action de la pepsine agissant sur la protéine dénaturée. La question de la préexistence de ces chaînons diacipipéraziques dans la molécule protéique est réservée.

PROTISTOLOGIE. — *La nutrition de* Polytoma uvella *Ehrenberg* (*Flagellé* Chlamydomonadinæ) *et le pouvoir de synthèse des Protistes hétérotrophes. Les Protistes mésotrophes.* Note ([1]) de M. **André Lwoff**, présentée par M. F. Mesnil.

Ernst G. Pringsheim ([2]) a déterminé d'une manière précise les besoins nutritifs azotés et carbonés de *Polytoma uvella* en culture bactériologiquement pure. Le milieu suivant lui a donné d'excellents résultats : acétate de sodium, 2^g; glycocolle, 2^g; carbonate de potassium, 5^g; sulfate de magnésium, $0^g,1$; phosphate bipotassique, $0^g,2$; eau bidistillée, 1000^g.

Le glucose n'améliore que très peu le développement. Le glycocolle peut être remplacé par de la peptone, de l'alanine, de la leucine, de l'acide aspartique, de la tyrosine, de l'acétate d'ammonium. Ce dernier sel donne des résultats meilleurs que le glycocolle.

J'ai repris les expériences de Pringsheim avec une souche de *Polytoma uvella* obtenue en mars 1926 à partir d'un seul individu isolé d'une infusion de paille, purifié par lavage dans des solutions stériles et entretenu dans le milieu de Pringsheim.

J'ai pu remplacer le glycocolle par les produits suivants :

1° Cystine;

2° Asparagine, glucosamine;

3° Phénylalanine, tryptophane, tyrosine, histidine, acide glutaminique, sérine, proline, acide aspartique, leucine, lysine, arginine, histamine, créatine, sarcosine, glycocyamine, alanine, guanidine.

La cystine donne les résultats les meilleurs. Un tube de 12^{cm^3} de milieu ensemencé avec une goutte de culture riche montre, en 48 heures à 20°, un voile épais, formé de flagellés, à la surface du milieu. L'asparagine et la glucosamine donnent des résultats un peu supérieurs au glycocolle. Les autres produits permettent l'entretien des cultures, mais le développement n'est jamais très abondant. (Pour toutes les expériences, il n'a été tenu compte que des résultats du troisième repiquage, les deux premiers étant faussés par l'apport de substances étrangères).

On pouvait se demander, étant donné la facilité d'utilisation des acides

---

([1]) Séance du 26 décembre 1928.

([2]) *Zur Physiologie saprophytisher Flagellaten* (*Beiträge zur Allgemeinen Botanik*, 2, 1921, p. 88-89).

aminés, si les mauvais résultats obtenus par Pringsheim avec la « peptone » ne tenaient pas à un degré trop faible d'hydrolyse. L'expérience nous a en effet montré que les peptones très hydrolysées donnaient de bons résultats : « Ereptone » (muscle ayant subi une digestion peptique, pancréatique et éreptiqne) et autolysat de levure. Mais ce sont surtout la « peptone pancréatique de muscle de bœuf très aminée » (Vaillant) et la peptone de soie (Roche) hydrolysée par la chaux, qui permettent les cultures les plus rapides et les plus riches, comparables à celles obtenues avec la cystine. Une peptone « pancréatique peu poussée » (Vaillant) et une peptone « pepsique de panse de cheval » (Vaillant) ont donné des résultats supérieurs à la glucosamine et à l'asparagine. Enfin la peptone « pepsique de viande de bœuf peu poussée » (Vaillant) n'a permis que des cultures lentes et pauvres.

Si l'on supprime l'acétate de sodium, on n'obtient que des cultures très pauvres (autolysat de levure) ou pas de culture du tout.

Enfin, j'ai vérifié que l'acétate d'ammonium pouvait servir de source d'azote et de carbone (au moins jusqu'au septième repiquage), mais à condition d'ajouter au milieu de Pringsheim (sans gélose) certains éléments minéraux sur le rôle desquels je reviendrai, et en particulier des sels de fer.

J'ai montré d'autre part ([1]) que le Cilié *Glaucoma piriformis* pouvait être entretenu en culture pure dans des milieux liquides, mais que la culture n'était possible que dans des peptones complètes (peptone de muscle peptique ou pancréatique à condition toutefois que la digestion pancréatique ne soit pas trop poussée; l'éreptone ne permet pas la culture). J'ai étudié avec Nadia Roukhelman ([2]) les modifications du milieu de culture, montré la digestion extracellulaire des polypeptides, leur transformation en acides aminés, l'absorption de ces acides aminés et l'excrétion d'azote sous forme amide et sels ammoniacaux.

Mais surtout, j'ai mis en évidence l'impossibilité pour *Glaucoma piriformis* de se nourrir de peptones incomplètes (peptone de fibrine, peptone de soie), de solutions d'acides aminés ou de sels d'ammonium. Je reviendrai prochainement sur la physiologie de la nutrition de *Glaucoma piriformis*. Mais je voudrais dès maintenant insister sur les différences physiologiques

---

([1]) *Comptes rendus*, 176, 1923, p. 929; *C. R. Soc. Biol.*, 91, 1924, p. 344; 93, 1925, p. 1272 et 1421.

([2]) *Comptes rendus*, 183, 1926, p. 156.

considérables qui séparent un Protiste du type *Polytoma* d'un Protiste du type *Glaucoma*.

Polytoma uvella peut effectuer la synthèse de ses constituants à partir de composés organiques simples : acides aminés et acétate de sodium ou acétate d'ammonium. *Glaucoma piriformis*, au contraire, ne peut se nourrir de ces composés et a besoin de substances complexes, peptones complètes par exemple. On ne connaît pas encore d'intermédiaire physiologique entre le type *Glaucoma* et le type *Polytoma*. Quoi qu'il en soit, *Polytoma uvella* se rapproche physiologiquement beaucoup plus des Flagellés verts autotrophes, du genre *Chlamydomonas* par exemple, que des Infusoires du genre *Glaucoma* dont la physiologie s'apparente plutôt à celle des Mammifères. Notons, d'ailleurs, que la *Polytoma* est classée dans la famille des Chlamydomonadines.

Il m'a semblé nécessaire d'établir une distinction entre deux types physiologiques si différents et de réserver alors le nom d'hétérotrophes aux Protistes du type *Glaucoma* et de donner, à ceux du type *Polytoma*, le nom de « *mésotrophes* ».

La séance est levée à 16h.

E. P.